البيئة

بيئة الحيوان و النبات والاحياء المجهرية

الدكتور
حسوني جدوع عبد الله

الدكتورة
صبا رياض خضير

الأستاذ
اشرف سامي حسن

الجامعة المستنصرية / كلية العلوم / قسم علوم الحياة
بغداد / العراق

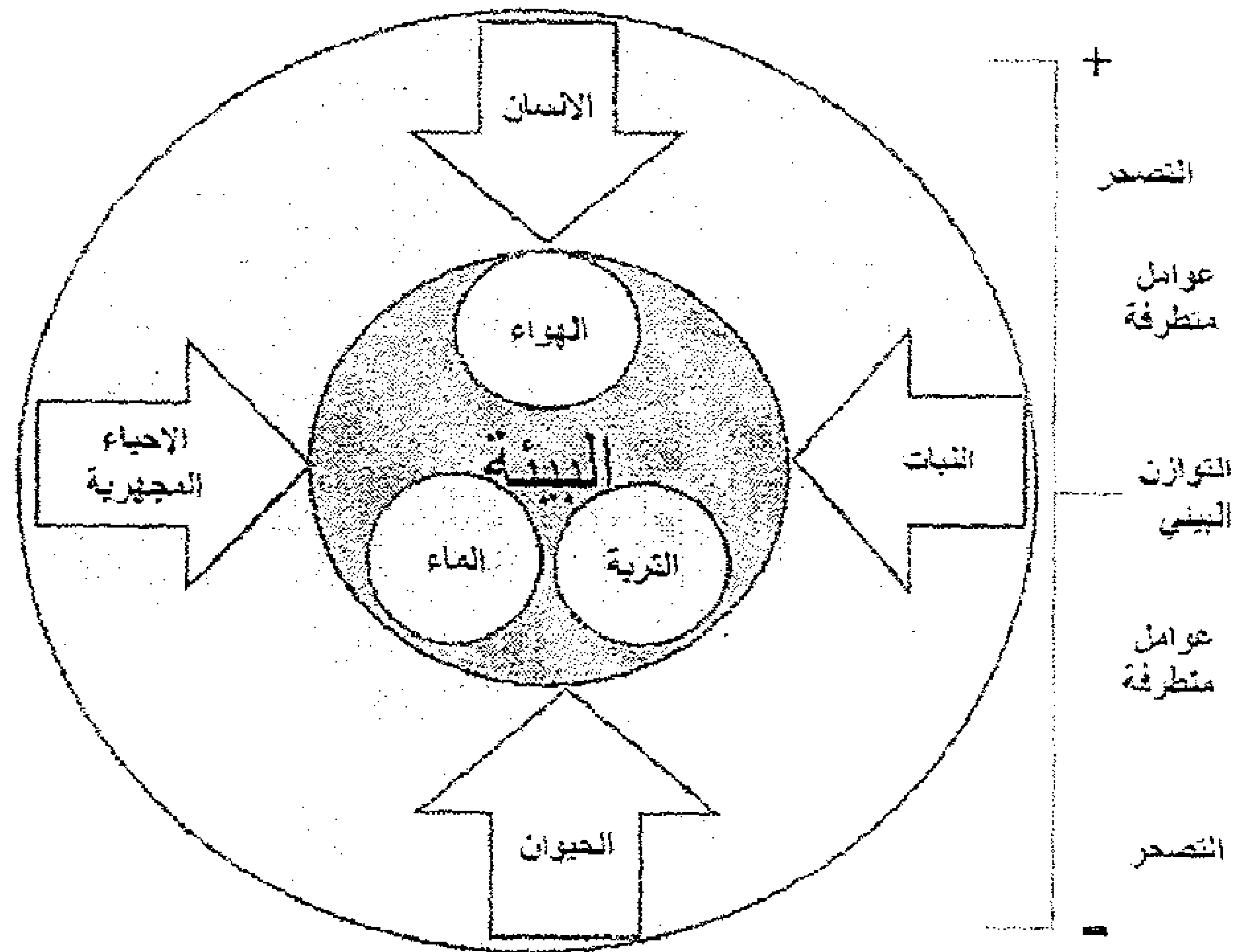


البيئة

[بيئة الحيوان و النبات
والاحياء المجهرية]

البيئة

[بيئة الحيوان و النبات والاحياء المجهرية]



د . حسوني جدوع عبد الله — استاذ

د . صبا رياض خضير — مدرس

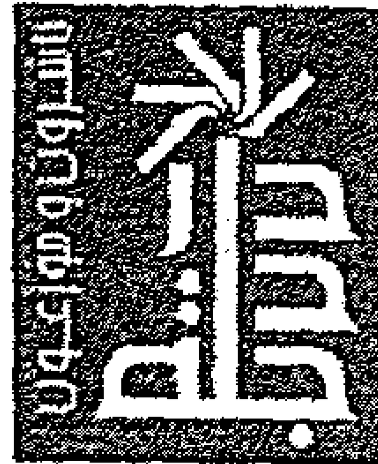
أشرف سامي حسن — مدرس

الجامعة المستنصرية / كلية العلوم / قسم علوم الحياة

بغداد / عراق

الطبعة الأولى

2015



- البيئة (بيئة الحيوان والنبات والأحياء المجهرية).
- حسوني جدوع عبد الله، صبا رياض خضير، أشرف سامي حسن.

الطبعة الأولى 2015

منشورات:



دار دجلة
ناشرون وموزعون

المملكة الأردنية الهاشمية

عمان- شارع الملك حسين- مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس: 0096264647550

خلوي: 00962795265767

ص. ب: 712773 عمان 11171- الأردن

E-mail: dardjlah@ yahoo.com
www.dardjlah.com

* رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (3020/ 8/ 2013)

Isbn: 9957-71-373-7

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم
بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

(الروم:41)

الإهداء

أقدمه إلى كل من أحب العلم وآمن بالله وأحبه
خالق الكون ومبدعة

المحتويات

الفصل الثالث: الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية

الفصل الرابع: الإنتاجية

الفصل الخامس: الجماعة (السكان)

الفصل السادس: الاحياء الدقيقة

الفصل السابع: التلوث البيئي

الفصل الثامن: تلوث المياه

الفصل التاسع: الازمة البيئية

الفصل العاشر: البيئة والاستشعار عن بعد

فهرس الجداول

فهرس الاشكال

المقدمة

إن تدخل الانسان الخطير في الطبيعة ظهرة بوادره في القرن العشرين نتيجة للانفجار العلمي والتكنولوجي اللذين لم يسبق لهم مثيل في التاريخ البشري وقد صحبهما انفجار سكاني اذ إن سكان الأرض يتضاعف كل 35 سنة وان التطور العلمي في المجالات الطبية أدي إلى إطالة عمر الانسان مع تحسن ملحوظ في المستوى المعاشي وفي متطلباته المادية والكمالية، وكل هذا يضع أعبائه على البيئة نتيجة للفضلات والملوثات العديدة والمتزايدة والتي تقذف وبدون تحفظ في مقومات البيئة الأساسية (الهواء والماء والتربة). وعلى هذا الأساس لابد للإنسان من حل هذه المشكلة إن إرادة لشكل الحياة الحالية إن تستمر وإلا فإن الطبيعة ستستمر حتما ولو كان استمرارها بشكل قد يختلف كثيرا عما عليه الان. وقد يكون الانسان نفسه احد إشكال الحياة التي سوف لا يكون لها وجود في التوازن الطبيعي الجديد. خاصة لو أشعلت الحرب النووية الشاملة التي نعيش جميعا تحت تهديدها.

أصبح الانسان عاملا جيولوجيا هائلا، بحيث حل في العالم التصنيع والتغير في كل شئ طبيعي نتيجة لتفكير الانسان وتتحكم به رغباته، مكان البيئة الطبيعية التي تكونت وتطورت عبر ملايين السنين. فقد أدت الأنشطة البشرية إلى تراجع كثير من الأنظمة البيئة الطبيعية كالغابات والمستنقعات والحشائش الطويلة لتفسح المجال لنشوء أرض زراعية ومناطق سكنية ومنشئات صناعية ونمو نظم بيئية صناعية تختلف عن النظم البيئية الطبيعية وتتداخل معها بشكل أو أخر مؤديا إلى التلوث البيئي Environment pollution.

إن تدخل الانسان الخطير في التوازنات والدوائر المتكاملة والمتداخلة مع بعضها ظهرت بوادره في القرن الماضي نتيجة للانفجار العلمي والتكنولوجي اللذين لم يسبق لهم مثيل في التاريخ البشري وقد صحبهما انفجار سكاني حيث إن سكان الأرض يتضاعف كل 35 سنة وان التطور العلمي في المجالات الطبية أدي إلى إطالة عمر الانسان مع تحسن ملحوظ في المستوى المعاشي وفي متطلباته المادية والكمالية، وكل هذا يضع أعبائه على البيئة نتيجة للفضلات والملوثات العديدة والمتزايدة والتي تقذف وبدون تحفظ في مقومات البيئة الأساسية (الهواء والماء والتربة). وعلى هذا الأساس لابد للإنسان من حل هذه المشكلة إن إرادة لشكل الحياة الحالية إن تستمر وإلا فإن الطبيعة ستستمر حتما ولو كان استمرارها بشكل قد يختلف كثيرا عما علية ألان. وقد يكون الانسان نفسه احد إشكال الحياة التي سوف لا يكون لها وجود في التوازن الطبيعي الجديد. خاصة لو أشعل الحرب النووية الشاملة التي نعيش جميعا تحت تهديدها.

ان ازدياد عدد سكان المعمورة في وقتنا الحاضر ادى إلى حدوث مشكلات متعددة اخذت قسما منها تهدد البشرية ومن اهمها الغذاء من حيث حاجة الانسان إلى الغذاء الكافي وكذلك تلوث البيئة بالملوثات المختلفة كالإشعاع الذري ومشكلات طبقة الاوزون وارتفاع درجة الحرارة وزيادة النفايات السامة وتهديد بعض الاحياء من الانقراض وغيرها. ومن هذا ازداد اهتمام الانسان بعلم البيئة، ودراسة كل ما يحيط بحياته من ظروف بيئية حياتية أو غير حياتيه في سبيل معالجة المشكلات المختلفة التي تؤثر في البيئة. لذا برز التأكيد في تدريس العلوم البيئية والمفاهيم البيئية من رياض الاطفال مرورا بالمراحل الدراسية المختلفة وصولا إلى الجامعات.

وانطلاقا من إيماننا بأن أي جهد علمي في مجال التأليف مهما كان متواضعا سيضيف لبنة جديدة وخبرة إلى بناء المكتبة العربية التي لابد أن تحتوي على كتب عربية في مجالات العلوم المختلفة. وللنقص الحاد للمعلومات حول موضوع البيئة أو وجود معلومات غير علمية كتبها ناس غير مختصين. نرى من الضروري تأليف هذا الكتاب بعنوان (البيئة - بيئة الحيوان و النبات والاحياء الدقيقة)

Environment (Animal ،Plant and Microbes Environment)

وهو مساعد يغطي مفردات مادة البيئة والبيئة والتلوث للدراسات الأولية والعليا في جميع كليات العلوم في الجامعات العراقية وخاصة اقسام علوم الحياة ويعتبر كتاب مرجعي لكثير من المواد التي تدرس في هذه الكليات.كما ولهذا الكتاب أهمية كبيرة لجميع العاملين والمختصين في العلوم الأخرى وذلك لتداخل المعلومات والحاجة للتوضيح.

يشمل هذا الكتاب عشرة فصول. الفصل الاول يتضمن أهمية علم البيئة والتطور التاريخي لعلم البيئة والفصل الثاني يشمل النظام البيئي والتوازن البيئي والتصحر والفصل الثالث الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية ومفهوم المجتمع والعوامل المؤثرة ذات الأهمية كعوامل محددة. الفصل الرابع الإنتاجية وسريان الطاقة في النظام البيئي والفصل الخامس الجماعة (السكان) والعلاقات بين الكائنات الحية في المجتمع والفصل السادس بيئة الاحياء الدقيقة وتأثير الاحياء الدقيقة على البيئة وفعاليات الانسان والتفاعلات بين الأحياء الدقيقه أو التداخل بين الكائنات الحية والفصل السابع التلوث البيئي وتلوث الهواء

ورمي النفايات والفصل الثامن تلوث المياه وتلوث التربة والفصل التاسع الازمة البيئية والفصل العاشر البيئة والاستشعار عن بعد والمصطلحات.

أملين إن نكون قد وفقنا فيما نسعى إليه من مساعدة للطالب والمهتم في تصميم وتحليل التجارب للتعرف على الطرق والاساليب الاحصائية التي يحتاجها بعمله البيئة للتعرف على المحيط الذي يعيش فيه.

والله الموفق،،،

الفصل الاول

التطور التاريخي لعلم البيئة

الفصل الاول

التطور التاريخي لعلم البيئة

- البيئة
- التطور التاريخي لعلم البيئة
- العالم الإحيائي
- أهمية علم البيئة
- علاقة علم البيئة بالعلوم الاخرى
- تقسيم علم البيئة
- التقسيم المعتمد على نوع (طبيعة) محيط المعيشة
- تقسيم علم البيئة اعتماداً على الكائن الحي نوعاً وعدداً
- تقسيم علم البيئة من خلال علاقته بالعلوم الاخرى
- تقسيم علم البيئة إلى نباتية وحيوانية واحياء دقيقة
- المصادر

الفصل الاول

التطور التاريخي لعلم البيئة

البيئة Environment

مصطلح Environment نعني به المحيط أو البيئة والعوامل المحيطية Environment Factors وهي كل العوامل الخارجية التي تؤثر في الكائنات الحية على المدى القريب أو البعيد وتدخلاتها المختلفة. ويشمل المركبات العضوية وغير العضوية في المحيط البيئي الذي يجهز مكونات المجتمع الإحيائي بالطاقة والمواد الاولية لاستخدامها في النمو والبقاء.

إن عوامل المحيط تتضمن كل من عامل التربة والعوامل الطبيعية والمناخية التي تتضمن الطاقة الشمسية والغازات الموجودة في الهواء والمياه وعناصر المناخ كدرجة الحرارة والرطوبة والرياح وغيرها.

توزع وتلاؤم الكائنات الحية (الحيوانات والنباتات والاحياء الجهرية) مع بيئاتها المحيطة وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. بيئة الكائن الحي تتضمن الشروط والخواص الفيزيائية التي تشكل مجموع العوامل المحلية اللاحيوية كالطقس والجيولوجيا (طبيعة الأرض) وما تحتوي من تربة وماء وهواء، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي (مقرها البيئي).

أما علم البيئة Ecology هو الدراسة العلمية لتوزع وتلاؤم الكائنات الحية مع بيئاتها المحيطة وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. بيئة الكائن الحي تتضمن الشروط والخواص الفيزيائية

التي تشكل مجموع العوامل المحلية اللاحيوية كالماء والهواء والتربة، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي (مقرها البيئي).

علم البيئة (باللاتينية: إيكولوجيا Oecologia) أحد العلوم الطبيعية وبالتحديد أحد فروع علم الأحياء (الذي يدرس التفاعلات بين الكائنات الحية من نبات أو حيوان أو دقيقة بالمحيط الذي حولها)، والمصطلح مشتق من الأصل الإغريقي «أويكوس» (باليونانية: οἶκος) أي ما يحيط بالشيء ويصبح مكانا لمعيشته، ولوجيا (باليونانية: λογία) أي العلم أو الدراسة. فهي دراسة التفاعلات بين الكائنات الحية ومحيطها- «علم المسكن» أو «علم شروط الحياة».

اكتشفها عالم الأحياء الألماني ارنست هايكل، بالرغم من أن هنري ديفيد ثورو عرفها منذ 1852، ويبدو أنه استعملها لأول مرة بالفرنسية سنة 1874، في كتابه التشكيل العام للكائنات الحية، حيث هايكل ذكر هذه المصطلحات. كان مفهوم البيئة موضع الاستعمال في فرنسا من طرف الجغرافيون لمدرسة علم الأحداث الجغرافية (الحقائق الجغرافية)، خصوصا بول فيدال من بلاشي، الذي تابع عدا ذلك العمل الألماني خصوصا بعد عام1871، لاسيما فرايدريك راتزل، كانت الوقائع(الأحداث الجغرافية) مقر تعاون بين الجغرافيين وعلماء النبات أمثال غاسطون وبونيي، لكن، التوجيه ألماركي الجديد المتخذ في فرنسا في ذلك الوقت تطور المفهوم أكثر عند الانكلوسكسون.

بيئة الحيوانات Animal ecology توجد الحيوانات في كل الأماكن، وفي جميع أنواع المناخات على الأرض، وفي جميع مستويات الأعماق في المحيطات. وتعيش أنواع كثيرة من الحيوانات في المكان نفسة على الاغلب، وعادة ما تكون

هي نفس الحيوانات التي عاشت في ذالك المكان منذ آلاف السنين، وعلية فإن أجسام الحيوانات وطرق معيشتها متوائمة تماما مع ظروف أماكن وجودها. لذلك تتحرك تلك الحيوانات بسهولة عبر تلك الأماكن، كما تجد طعامها بيسر فيها و تتكاثر بكثرة في تلك الاماكن. ويسمى الوسط الذي يعيش فيه الحيوان بيئة الحيوان.

بيئة النبات: Plant Environment أو علم بيئة النبات Plant ecology هو تخصص ضمن علم البيئة ويتعلق بدراسة النباتات النامية الموجودة معًا تحت ظروف متنوعة، مثل المستنقعات وأراضي الحشائش الطبيعية والصحارى والغابات.

ويتضمن علم البيئة أيضًا دراسة تأثيرات كل من المناخ والإمداد المائي التربة على نمو النبات. ويهتم علم البيئة أيضًا بطريقة تأثير النباتات والحيوانات كل منها على الآخر وكذلك بحل مشاكل الغابات ونمو المحاصيل وحفظ الأنواع والتحكم في الحشرات والأمراض التي تصيب النباتات.

البيئة الإنسانية هي جزء من علم البيئة والتي تدرس فضاء الإنسان والنشاطات المنظمة منه ومحيطه، وظهرت دراسة البيئة الإنسانية في سنة 1920 عن طريق انحراف دراسة تتابع النباتات في مدينة شيكاغو (بعد تسليط الضوء على التعاقب النباتي في مدينة شيكاغو)، وأصبح مجالا للدراسة في السبعينيات.

بيئة الاحياء الدقيقة Microbes ecology هي دراسة تركيب الأعضاء الخاص المجتمعات الميكروبية في البيئة ونعني بالبيئة في هذه حالة التربة والماء والهواء والرواسب التي تغطي كوكب الأرض ويمكن أيضا أن تشمل الحيوانات

والنباتات التي تسكن هذه المناطق. يشمل علم الأحياء الدقيقة البيئي أيضا دراسة الكائنات الحية المجهرية التي تتواجد في البيئات الصناعية مثل المفاعلات الحيوية. إن الحياة الميكروبية متنوعة بشكل كبير فيما تغطي الكائنات المجهرية الكوكب بصورة كاملة تقريبا.

ومن ناحية الانسان فيعتبر مستعمر لكل القارات والعامل الرئيسي في البيئة، وقد عدل في البيئة بتطوير حياته/ التخطيط الحضري/ وطور طريقة الصيد، وكذلك النشاطات الزراعية والصناعية.

طورت هذه الدراسة وأصبحت البيئة الإنسانية تدرس بفضل انثروبولوجيين، مهندسين، علماء الأحياء، علماء الديموغرافيا، علماء البيئة، مخططين وأطباء. وقاد تطور علم البيئة الإنسانية إلى تخصيص جزء مهم للبيئة في التخطيط الإقليمي.

بالإضافة إلى ذلك، طبقت فلسفة البيئة في المجتمعات الإنسانية وطورت" البيئة ". أصبحت البيئة الإنسانية في السنوات الأخيرة موضوع مهم للمتخصصين في النظرية التنظيمية. "انان" و"فريمان" - البيئة السكانية للمنظمات (1977)، المجلة الأمريكية لعلم الاجتماع- مستندين على أن التجمعات لا يسعها إلا التكيف مع البيئة. في الحقيقة، البيئة تختار أو ترفض سكاناً ما. في كل البيئات المتوازنة، سيكون هناك تجمع وحيد(متماثل). ان النظرية التنظيمية كانت نظرية هامة عندما باشرت بتوضيح تنوع السكان وتغير طبيعتهم مع الوقت.

التطور التاريخي لعلم البيئة

يعتبر علم البيئة من العلوم الحديثة نسبيا اذ مرت دراسة البيئة بمراحل

مختلفة من النمو خلال التاريخ، إذ اهتم الإنسان منذ زمن مبكر من تاريخه بالبيئة، فكان يحمي نفسه من الحيوانات المفترسة، ويبحث في النباتات ويختار منها غذاءه، كما تعايش مع سقوط الأمطار والثلوج وهبوب الرياح وتعاقب الفصول وغيرها من التغيرات في العوامل البيئية المختلفة.

ومع التقدم الذي شهده الإنسان في مجالات الحياة المختلفة استطاع ان يتكيف في مكان معيشته وغذاءه خلال محاولة تفهمه لما يحيط به من كائنات حية وعوامل البيئة غير محدد الشواهد المستمدة من دراسة المتحجرات التي جمعت من بقاع مختلفة من العالم على الهجرة المستمرة لبعض الأقوام والمجتمعات السكانية هروباً من الجفاف ودرجات الحرارة غير الملائمة أو من التأثيرات القاسية للعوامل البيئية المحيطة. لذا نشأت الحضارات القديمة في مناطق تتلائم وظروف الحياة، كما هو الحال في حضارة وادي الرافدين وحضارة وادي النيل.

ولقد ظهرت اولى المعتقدات الدينية في عبادة ظروف البيئة المختلفة كالتعبد بآلهة المطر والشمس والنار. وبينت الآثار الحفرية والرقم والاختام بأن الحضارات القديمة في وادي الرافدين كانت تملك العديد من المعلومات المتعلقة بظروف المناخ والزراعة ومواسمها، ولقد اسهم البابليون بإنشاء بيئات اصطناعية مثل بناء الجنائن المعلقة لتماثل البيئة الجبلية والتي تعد إحدى عجائب الدنيا السبع.

يشير ارسطو طاليس (384-322 ق.م) في كتاباته عن التاريخ الطبيعي Natural History إلى عادات الحيوانات وسلوكها والظروف البيئية السائدة في مواطنها، وصنّف الحيوانات تبعاً لعاداتها ومواطنها، أهي مجتمعة ام منعزلة، آكلة لحوم أم آكلة حشائش، مستقرة ام مهاجرة. ثم جاء ثيوفراستس تلميذ ارسطو

(372-287 ق.م) والذي عده بعض العلماء عالم البيئة الاول، إذ جاء بمعلومات تخص النباتات ومجتمعاتها في البيئات المختلفة ودرس النباتات وبيئاتها بطريقة تصنيفية، فقد درس الطرز النباتية أو الاشكال النباتية من حيث علاقتها بالارتفاع والرطوبة والتعرض للضوء.

كما اهتم العلماء العرب بالعديد من المراجع والمؤلفات ذات العلاقة بالبيئة، فقد كتب الجاحظ (768-873م) تصنيفاً للحيوانات على اساس عاداتها وبيئاتها، وبذلك يعد أول الذين تطرقوا عن أثر البيئة في الكائنات الحية.

كما يعتبر الرازي (850-950م) أول من طبق عملياً علم البيئة في الطب اذ درس العلاقة بين مواقع المدن من حيث الحرارة والرطوبة والرياح وغيرها من العوامل البيئية وعلاقتها بصحة الإنسان والامراض التي تصيبه.

قررت الدول البحرية الكبرى كبريطانيا، اسبانيا والبرتغال استكشاف العالم في أواخر القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر ودلك لتطوير التجارة البحرية مع الدول الأخرى، واستكشاف الموارد الطبيعية، ففي القرن الثامن عشر حدد 20الف نوع من النباتات أما في القرن التاسع عشر فحدد 40 ألف نوع، وفي اليوم الحالي فهي 400 ألف نوع.

ومن أهم العلماء: المستكشف الألماني الكسندر فون هومبولت، وهذا الأخير. تنسب إليه أول دراسة فعلية للتفاعلات الموجودة بين الكائنات الحية وبيئتها، وعلاقة النباتات والمناخ المعاش فيه.

في سنة 1840، بين عدد كبير من النباتات، كما سعى إلى شرح التوزيع الجغرافي لها مستندا إلى المعطيات الجيولوجية وله مؤلف شهير تحت عنوان- التجربة على جغرافية النباتات. (1850)

مفهوم تجمع الكائنات الحية عند شارل داروين والفريد ولآس: خلال عام (1850)، نشر عدلذي يتناول أصل النباتات

استخدم العالم Hillary عام 1859 مصطلح علـم الايثولوجيـا Ethology علم السلوك للإشارة إلى دراسة العلاقات بين الكائن الحي والبيئـة. إلا ان هـذا المصطلح لم يلق قبولاً عاماً من قبل علماء البيئة الاوائل.

ثـم أعقبه العالم الالماني Ernst Haeckel عام 1866 الذي عرف علـم البيئة بأنه دراسة العلاقات المتبادلـة بـين الكائنـات الحيـة ومحيطهـا الخـارجي والمحـيط الخارجي يعني مجموعة العوامل والتأثيرات الخارجية كدرجـة الحـرارة والأمطـار والتربة وغيرها والتي تؤثر في حياة الكائنات الحية.

ولقـد جـاءت التسـمية مـن مصـطلح Oecology الـذي اقترحـه العـالم Haeckel سنة 1869 من دمجه لأصل الكلمة الاغريقية Oikos والتي تعني منـزل و Logos والتي تعني علم. وكذلك اقترح العالم Reiter.

عام 1885المصطلح Ecology وكان تعريف العالمين اعـلاه لهـذا المصـطلح دراسة الكائنات في مسكنها والظروف التي تحيطها في المحل الموجودة فيه وبصورة عامة الكلمة تعني دراسة الكائنات الحية في مكان تواجدها والعلاقة التي تربطهـا مع المكان.

خلال القرن التاسع عشر أثرت الأبحاث المعرفـة خاصـة في الكيميـاء مـن طرف لاف وازي ودي سوسير، والذين درسا طبقـة الازوت. و بعـد الملاحظـة التي تفيد أن لا حياة إلا بتواجد ثلاث عناصر (أو لا حيـاة إلا في حـدود ثـلاث شروط)، وهي الغـلاف الجـوي، الغـلاف المـائي والتربـة "القشـرة الجيولوجيـة".

واقترح الجيولوجي النمساوي ادوارد سويس مصطلح "المحيط الحيوي" في سنة 1875. وخص بهذا المصطلح الأرض التي تحمل النباتات، الحيوانات والمعادن.

وفي العشرينيات من القرن 20، حدد الجيولوجي الروسي فلاديمير فنوش فرند سكي مفهوم المحيط الحيوي في كتابه "المحيط الحيوي 1926"، ووصف المبادئ الأساسية للدورة البيوكيميائية، حيث وصف المحيط الحيوي بأنه مجموع من الأنظمة البيئية.

في القرن الثامن عشر ازدادت الأضرار البيئية، حيث كثرت المستعمرات وبدأت إزالة الغابات. وفي القرن التاسع عشر ومع بداية الثورة الصناعية كثر تأثير النشاط البشري على البيئة، وبدأ استخدام مصطلح علم البيئة منذ نهاية القرن التاسع عشر.

في القرن التاسع عشر، اعتبرت علم الاحياء الجغرافي الذي يدرس أوساط الأنواع (العناصر)، علما مستقلا عن علم البيئة، والذي يبحث في أسباب تواجد الأنواع في مكان معين.

وأطلق عليه آرثر تنسلي اسم النظام البيئي في سنة 1935، يتركز النظام البيئي في التفاعل بين تجمع الكائنات الحية الوسط الذي تعيش فيه. ومن هنا فقد أصبح علم البيئة علما للأنظمة البيئية.

تبنى اوجين اوديم مع أخيه هوارد اوديم مفهوم ارثر تنسلي للنظام البيئي، اعد اوجين اوديم كتابا نشر في 1953، والذي أنشأ أكثر من جيل من علماء الأحياء وعلماء البيئة في أمريكا الشمالية

وعرف Charles Elton سنة 1927 البيئة في كتاب البيئة الحيوانية بأنها

علم التاريخ الطبيعي وبالرغم من اهمية هذا التعريف في الاستدلال على اصل الكثير من مشكلنا لبيئية نجده مبهما ولم يكون كاملا.

وعرف Eugene Odum سنة 1963 علم البيئة على انه دراسة التركيب والتاثيرات الطبيعية واكد هذا التعريف اهمية الشكل والتاثير والتي لها علاقة بعلم الاحياء وايضا كان هذا التعريف غير كامل ولا يعطينا اي توضيح عن ربط العلاقات.

وذكر Andrewartha سنة 1961 تعريفا لعلم البيئة ينص ان البيئة تعني الدراسة العلمية لتوزيع وغزارة الكائنات وايضا لم يوضح العلاقات المتبادلة بين الكائنات. وتم تعديل هذا التعريف من قبل Charles J. Krebs سنة 1972.

بينما ضمن Billings سنة 1970 تعريف البيئة على انه محاولة فهم العلاقات بين النباتات والحيوانات والمحيط الذي يعيشون فيه. الجغرافيا النباتية

طبقت فلسفة البيئة في المجتمعات الإنسانية وطورت وأصبحت البيئة الإنسانية في السنوات الأخيرة موضوع مهم للمتخصصين في النظرية التنظيمية. 'انان' و'فريمان'- البيئة السكانية للمنظمات (1977)، المجلة الأمريكية لعلم الاجتماع- مستندين على أن التجمعات لا يسعها إلا التكيف مع البيئة. في الحقيقة، البيئة تختار أو ترفض سكاناً ما. في كل البيئات المتوازنة، سيكون هناك تجمع وحيد (متماثل). ان النظرية التنظيمية كانت نظرية هامة عندما باشرت بتوضيح تنوع السكان وتغير طبيعتهم مع الوقت.

في سنة 1971، أصبحت البيئة جزءاً أساسياً من السياسة العالمية، عندما شرعت اليونسكو في برنامج بحث سمي بـ'الرجل والمحيط الحيوي' يهدف إلى

توسيع المعرفة عن علاقة الإنسان بالطبيعة، وبعد سنوات تم تحديد مفهوم المحيط الحيوي.

في 1972، عقدت الأمم المتحدة أول مؤتمر للبيئة والإنسان في ستوكهولم، حضره رني ديبو مع خبراء آخرين، تولد عن هذا المؤتمر عبارة تفيد: "فكر عالميا واعمل محلياً". ساهمت هذه الأحداث الأساسية التالية في تطوير مفهوم المحيط الحيوي وظهور مصطلح التنوع الحيوي في الثمانينيات، هذا المصطلح طور في "قمة الأرض" في ريو دي جانيرو سنة 1992، فقد عرف المحيط الحيوي رسميا من طرف أكبر المنظمات الدولية وفيها عرف مخاطر الاستخفاف بالتنوع البيئي.

في عام 1997، اعترف دوليا بخطر الأنشطة الإنسانية على المحيط خاصة الغلاف الجوي، أسفر هذا المؤتمر عن "295"، وقد سلط الضوء على أخطار الغازات في الاحتباس الحراري، فهو السبب الرئيسي لتغيير المناخ. في "كيوتو" تيقنت معظم أمم العالم أهمية النظر إلى البيئة بنظرة موحدة أو على نطاق عالمي، وأن تنظر في تأثير النشاطات السياسية على بيئة هذا الكوكب.

حسب ما ود في مراجعة المصادر

.1	**Antonivan Leeuw enhoeke**	**اول من طور مفهوم السلاسل الغذائية 1632-1723**
.2	**Carl Linnaeus**	**مخترع علم الاقتصاد من الطبيعة - عالم الطبيعة المؤثرة1778- 1707**
.3	**Alexander Humboldt**	**أول من وصف التدرج الإيكولوجية للزيادة التنوع البيولوجي العرضية باتجاه المناطق الاستوائية في عام 1807 سنة 1769-1859.**

.4	Charles Darwin	مكتشف التطور عن طريق الانتقاء الطبيعي، مؤسس الدراسات الإيكولوجية للترب1882-1809
.5	Herbert Spencer	مؤسس في وقت مبكر من البيئة الاجتماعية، صاغ عبارة البقاء للأصلح1820-1903
.6	Karl Möbius	أول من وضع مفهوم المجتمع الإيكولوجية، تعايشية، أو الذين يعيشون 1908-1825
.7	Ernst Haeckel	اخترع مصطلح البيئة، شعبية الروابط البحثية بين البيئة والتطور1919-1834
.8	Victor Hensen	أخترع مصطلح العوالق، وطور التدابير الكمية والإحصائية الإنتاجية في البحار 1835-1924.
.9	Eugenius Warming	من أول المؤسسين للبيئة الجغرافية النباتية 1924-1841.
.10	Ellen Swallow Richards	الرائد والمعلم الذي ربط علم البيئة الحضرية بصحة الإنسان 1911-1842
.11	Stephen Forbes	المؤسس المبكر لعلم الحشرات والمفاهيم البيئية في عام 1887 (1844-1930)
.12	Vito Volterra	رائدة مستقل للنماذج الرياضية

		الخاصة بالسكان حول نفس الوقت مثل Alfred J. Lotka 1940-1860.
13.	Vladimir Vernadsky	مؤسس مفهوم المحيط الحيوي 1869-1939.
14.	Henry C. Cowles	دراسات رائدة وتطوير المفاهيم في الدراسات بالتعاقب البيئي 1869-1939.
15.	Jan Christian Smuts	صاغ مصطلح الشمولية في كتاب الشمولية والتطور عام1926 (1870-1950).
16.	Arthur G. Tansley	باحث بارز اول من صاغ النظام البيئي في عام 1936(1871-1955).
17.	Charles Christopher Adams	عالم البيئة الحيوانية، مؤلف أول كتاب امريكي على البيئة الحيوانية في عام 1913، أسس علم الطاقة البيئية 1955-1873.
18.	Friedrich Ratzel	الجغرافي الألماني الذي أول من صاغ مصطلح الجغرافيا البيئية في عام 1891(1904-1844).
19.	Frederic Clements	مؤلف أول كتاب تاثير البيئة الأمريكية في عام 1905 (1874-1945)

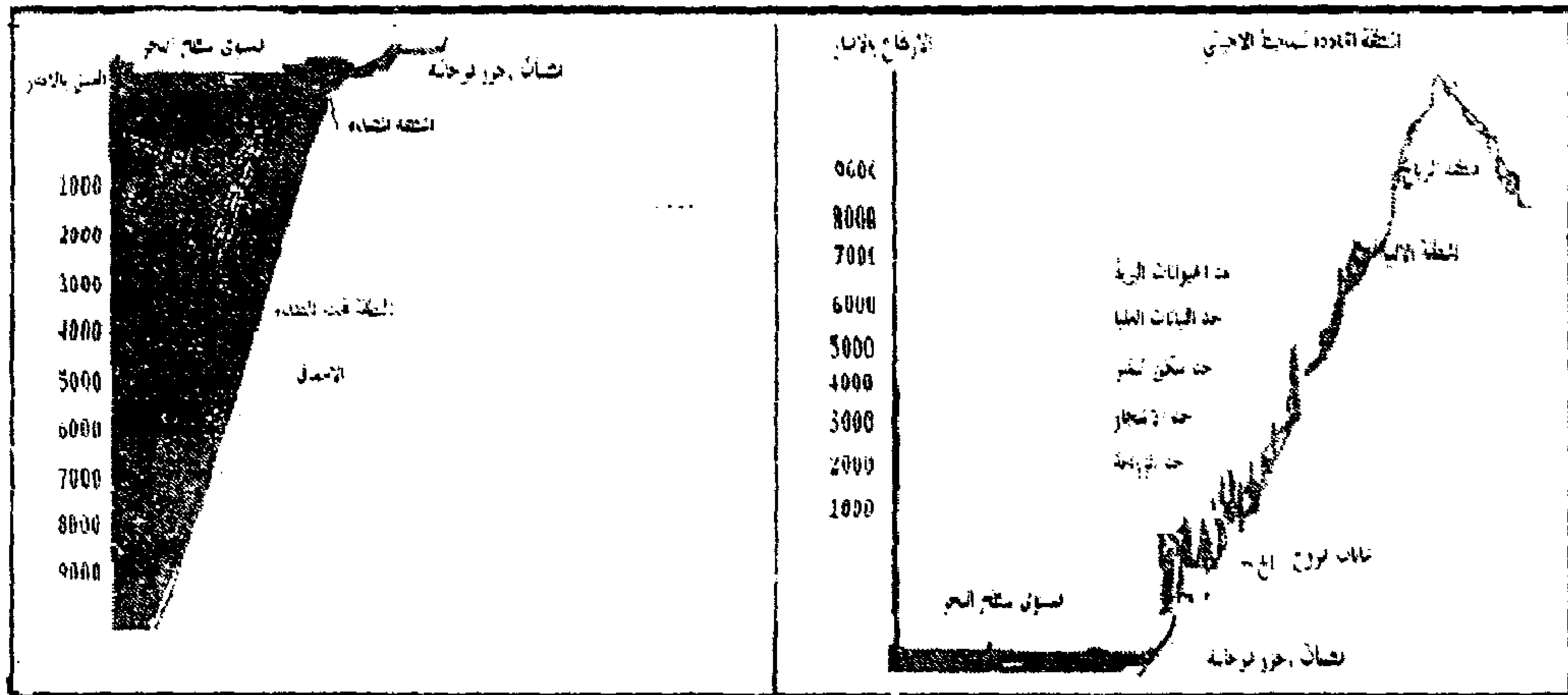
.20	Victor Ernest Shelford	أوجد البيئة الفسيولوجية، رائدة في الشبكة الغذائية ومفاهيم إحيائية، أسس منظمة حفظ الطبيعة .1877-1968
.21	Alfred J. Lotka	من الرواد الاوائل الذي عمل النماذج السكانية الرياضية لشرح التغذية (المفترس والفريسة) التفاعلات باستخدام logistic equation المعادلة لوجستية 1880-1949
.22	Henry Gleason	رائد علم البيئة في وقت مبكر، النظري الكمي، والمؤلف، ومؤسس مفهوم الفردية في علم البيئة .1882-1975
.23	Charles S. Elton	ابو علم البيئة الحيوانية، رائدة المفاهيم في الشبكة الغذائية ومالف نص البيئة الحيواني .Animal Ecology text 1900-1991
.24	G. Evelyn Hutch inson	عالم المياه العذبة والمفاهيم المتقدمة ومفهوم البيئة
.25	Eugene P. Odum	المؤسس المشارك لعلم البيئة و النظم البيئية والمفاهيم البيئية الحرارية .1913-2002
.26	Howard T. Odum	المؤسس المشارك لعلم البيئة و النظم البيئية والمفاهيم البيئية الحرارية .1924-2002

27. Robert MacArthur المؤسس المشارك في نظرية الجغرافيا الحيوية للجزر وابتكار الأساليب الإحصائية1972-1930

العالم الإحيائي The biosphere

أن العالم الإحيائي هو غلاف غير كامل، ورقيق نسبيا يغطي معظم العالم ويمثل مجتمعات إحيائية مختلفة من بسيطة إلى معقدة ومن مائية إلى أرضية ومن استوائية إلى قطبية. ولا يوجد عالم إحيائي في إطراف المناطق القطبية وأعالي الجبال وأعماق المحيطات وابعد الصحاري أو اكثر مناطق الأرض والماء تلوثا. والسمك الكلي اقل من 10 أميال بما في ذلك جميع أجزاء الأرض حيث توجد الكائنات الحية.

وتمثل المنطقة بمحاذاة المحيط الإحيائي الارتفاعات التي توجد فيها أنماط الحياة الخاملة مثل سبورات البكتريا والفطريات. وتكون المنطقة المضاءة في البيئة المائية هي منطقة البناء الضوئي النشط.



شكل (1) يبين الامتداد الراسي للمحيط الإحيائي

العالم الإحيائي هو ذلك الجزء من الأرض الذي توجد فيه الحياة ويمكن تصوره على انه نظام كيميائي إحيائي قادر على اكتساب طاقة الشمس وتحويلها وخزنها واستخدامها. وقد أمكن التعرف على ما يقارب نوع 300000 من النباتات الخضراء والإحياء المهجرية كمنتجات أولية تستخدم العناصر والمركبات غير العضوية لبناء المواد العضوية للحياة. ويستهلك إنتاجها اكثر من مليون نوع أخر من الكائنات الحية التي تحول هذا المخزون العضوي إلى هيئة حيوانية مما يضيف إلى للعالم الإحيائي قيمته وكذلك تعقيده. وتوجد أنواع أخرى مثل البكتريا والفطريات بالدرجة الأولى تقوم بإتمام عملية إعادة التدوير بإرجاع الفضلات. وباختصار العالم الاحيائي هو جزء من الارض قادر على دعم الحياة.

أهمية علم البيئة: The important of ecology

إن مفهوم علم البيئة هو بناء وموازنة، إذ يهتم علم البيئة بتوضيح وظائف العالم الطبيعي، الامر الذي يجعل منه علماً هاماً ومفيداً في حل العديد من المشاكل التي تواجه الحياة في هذا العصر. اهمية علم البيئة يمكن اختصارها بما يلي:

أ. توفير الانظمة بيئية توفر وظائف الدعم لكل احتياجات الحياة.

ب. النظم البيئية توفر لنا عدد لا حصر له من المنتجات.

ج. إذا نظم دعم الحياة على الأرض تنهار، نحتاج لمعرفة كيفية اصلاحها. البيئة تعطينا الوسيلة للتعلم بكيفية اصلاح هذه النظم، والاعتراف عندما تفشل وتقديم أفكار لإصلاح المشاكل.والتي حياتنا تعتمد عليها هذا هو السبب في فهم اهمية علم البيئة.

ولقد بات واضحاً للجميع ضرورة وضع الاعتبارات البيئية في المقام

الاول في إدارة الاعمال والصناعة والزراعة والصحة ومشاريع التنمية المختلفة تحسباً للتلوث البيئي الذي يهدد جميع اشكال الحياة. وحتى في القرن الماضي لم تكن النظرة إلى علم البيئة بالسعة التي نعرفها في وقتنا الحاضر إلا ان التزايد المستمر للسكان الذي بلغ:

سكان العالم في هذا اليوم 21 / 6/ 2013 = 510، 072، 000، 7، 159، 753، 776 نسمة (www.geohive.com/earth/population_now.aspx)

على كوكب الارض وما رافقه من تطور صناعي وعلمي وتكنولوجي مما أدى إلى تخريب للمحيط البيئي واختلال بالتوازن البيئي مما جعل الانتباه يتجه إلى أهمية البيئة وضرورة المحافظة عليها وتحسينها وحمايتها من مخاطر التلوث البيئي. لذا يلاحظ ان الاهتمام بموضوع البيئة والتلوث البيئي قد توسع مع التقدم العلمي والتكنولوجي خلال العقود القليلة الماضية، واصبحت الدراسات البيئية والفهم المضطرد للنظام البيئي الطبيعي من ابرز التطورات العلمية التي ظهرت في السبعينات من القرن العشرين.

سكان العراق اليوم 21 / 6/ 2013 =33، 738، 544 نسمة

(www.geohive.com/earth/population_now.aspx)

وقد تزايدت هذه الاهمية لعلم البيئة بسبب تعاظم التأثير السلبي للأنشطة البشرية المتعددة على عناصر النظام البيئي مما يؤدي إلى الاخلال بالتوازن البيئي الطبيعي.

يؤمن العلماء بأن الهدف الإنساني الذي ينطوي على مفهوم الاستخدام الأمثل للبيئة هو تحقيق مستوى رفيع لمعيشة الإنسان مع الاحتفاظ بأقصى حد

من التنوع في الظروف البيئية من خلال فهم أحوال البيئة والاستفادة من ذلك في معرفة الاساسيات الضرورية للتخطيط في المستقبل.

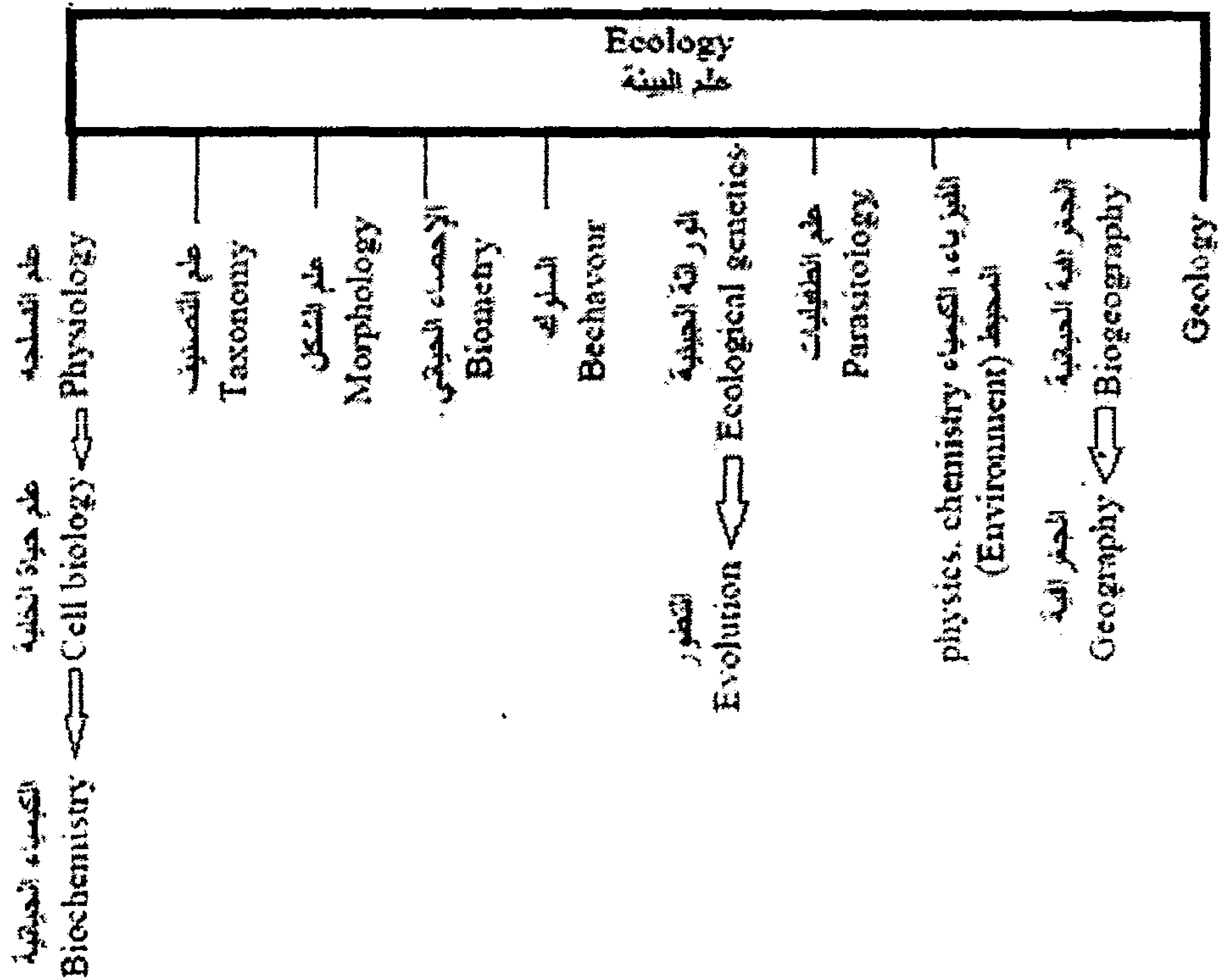
كما ذكرنا سابقا، علم البيئة هو الدراسة العلمية للعلاقات الكائنات الحية مع بعضها البعض ومع بيئتهم غير الأحيائية. وتشمل الموضوعات التي تهم علماء البيئة التكوين، توزيع، الكتلة الحيوية، وعدد، وحالة التغير في الكائنات الحية داخل النظم البيئية. علماء البيئة يسعون إلى تفسير العمليات الحيوية والتأقلم وتوزيع وحدود الكائنات الحية، وحركة المواد والطاقة من خلال المجتمعات المعيشة، وتطور التعاقب في النظم البيئية، ووفرة وتوزيع التنوع الحيوي في البيئة. علماء البيئة يسعون إلى تفسير Ecologists seek to explain

- العمليات الحيوية والتفاعلات والتأقلم
- حركة المواد والطاقة من خلال المجتمعات التي التعايشية
- تطور التعاقب للأنظمة البيئية
- وفرة وتوزيع الكائنات الحية والتنوع الحيوي في البيئة.

علاقة علم البيئة بالعلوم الاخرى:

هناك اربعة فروع رئيسية من العلوم الحياتية لها صلة قريبة ومتداخلة مع علم البيئة وهي الوراثة، والفسلجية، والتطور، والسلوك.

ان لعلم البيئة علاقة وثيقة مع العلوم الاخرى إذ ربط بعض العلماء الحقول المختلفة في علم الأحياء وكذلك العلوم الاخرى بعلم البيئة وكما موضح في الشكل الآتي:



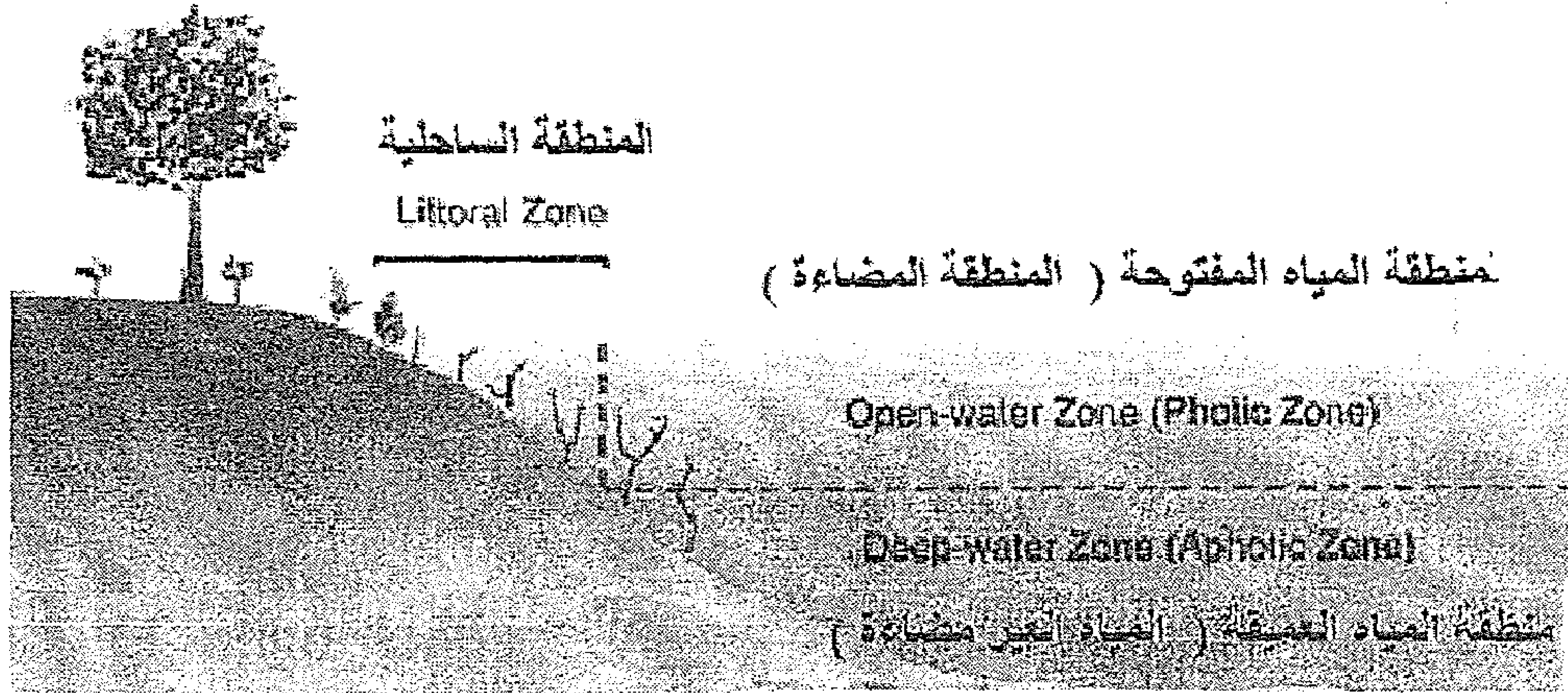
شكل (2) البيئة وعلاقتها بالعلوم الاخرى

تقسيم علم البيئة :

اولاً: التقسيم المعتمد على نوع (طبيعة) محيط المعيشة:

يرتبط علم البيئة ارتباطاً وثيقاً في المكان وما يحتوي من نظم حياتية. وعند النظر على الكرة الارضية نلاحظ نوعين متباينين من المحيط Environment وهما الماء التي تشكل اكثر من (70٪) من الكرة الارضية واليابسة تمثل المتبقي منها. لذا يمكن تقسم علم البيئة إلى قسمين متميزين هما:

علم البيئة المائية: Aquatic Ecology



شكل (3) المناطق الساحلية والمناطق المضاءة وغير المضاءة من البحار

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية المائية وعلاقتها مع بعضها البعض من جهة ومع العوامل غير الحية المحيطة بها من جهة أخرى.

ويمكن تقسيم علم البيئة المائية اعتماداً إلى عامل الملوحة إلى ثلاث بيئات مائية رئيسية هي:

أ- علم البيئة البحرية: Marine Ecology

ويشمل دراسة البيئة في مياه البحار والمحيطات والتي تتميز بملوحتها العالية والتي تقدر بحدود (35) جزء بالالف. اي ملوحتها بحدود 3.5٪. Daily، Gretchen C. (1997).

ب- علم بيئة المصبات: Estuarine Ecology

ويشمل دراسة البيئة في مصبات الانهار وأعالي خلجان البحار والتي تتميز بكون المياه فيها مويلحة (لا تزيد الملوحة فيها عن (19) جزء بالالف اي 1.9٪).

ج- علم البيئة المياه العذبة: Fresh water Ecology

وشمل دراسة بيئة المياه العذبة الداخلية Inland water كما هو الحال في الانهار والجداول. كما تضم ايضاً دراسة البحيرات لذا يسمى هذا العلم بـLimnology وتتميز بعذوبة مياهها اذ لا تزيد الملوحة عن (0.5) جزء بالألف اي 0.05٪.

علم بيئة اليابسة: Terrestrial Ecology

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية في اي منطقة على اليابسة وعلاقتها مع بعضها البعض من جهة وبقية العوامل البيئية ذات العلاقة من جهة اخرى. وقد ركز العلماء في دراسة هذا العلم منذ نشوء علم البيئة وذلك لسهولة الوصول إلى اي منطقة في اليابسة. المصدر Peet R.K.2008

ويمكن تقسيم بيئة اليابسة حسب طوبوغرافية الأرض الى:

1. بيئة الجبال Mountain Environment
2. بيئة الهضاب Plateau Environment
3. بيئة السهول Plain Environment
4. بيئة التلال Hill Environment
5. بيئة الصحارى Desert Environment

كما يمكن ان تقسي بيئة اليابسة حسب الموقع على الكرة الارضية (حسب الموقع من خط الاستواء) الى:

1. البيئة الاستوائية Topical Environment
2. البيئة شبه الاستوائية Subtropical Environment
3. بيئة المناطق المعتدلة Temperate Environment
4. البيئة القطبية Polar Environment

كما يمكن تقسيم بيئة اليابسة حسب أنماط النظم البيئية الى:

1.	بيئة الغابات	Forest Env
2.	بيئة المحاصيل	Crop Env.
3.	بيئة المراعي	Grassland Env
4.	بيئة الادغال	Weeds Env
5.	بيئة البساتين	Greenland Env.
6.	بيئة المدن	Urban Env.

كما يمكن تقسيم بيئة اليابسة حسب المجموعات الحياتية التصنيفية المختلفة الى:

1. بيئة اللبائن. 2. بيئة الزواحف.
3. بيئة الطيور. 4. بيئة الحشرات

ثانياً: تقسيم علم البيئة اعتماداً على نوع أو مجموعة انواع من الاحياء.

ويقسم إلى قسمين:

1. علم البيئة الفردي أو الذاتي: Autecology

يهتم هذا العلم في دراسة كائن حي واحد أو مجموعة من الكائنات الحية تعود إلى نفس النوع species وذلك لدراسة علاقتها بالعوامل البيئية المحيطة بها، مثل دراسة بيئة الإنسان، أو دراسة بيئة بكتيريا القولون، أو دراسة بيئة اشجار اليوكالبتوس.

2. علم البيئة الجماعي Synecology

يهتم هذا العلم بدراسة المجاميع الحياتية المختلفة إلى انواع مختلفة في منطقة

محددة من حيث علاقتها مع العوامل البيئية المحيطة بها، مثل دراسة بيئة الغابة، أو البيئة الصحراوية، أو بيئة بحيرة ما، أو بيئة نهر.

ثالثا: تقسيم علم البيئة اعتماداً على الكائن الحي نوعاً وعدداً: ويقسم الى:

1. علم البيئة الفرد Individual Ecology
2. علم بيئة الجماعة Population Ecology
3. علم بيئة المجتمع Community Ecology
4. علم بيئة المحيط الحيوي Biosphere Ecology

رابعاً: تقسيم علم البيئة من خلال علاقته بالعلوم الاخرى: ويقسم الى:

1. علم البيئة الفسيولوجي Ecophysilogy
2. علم البيئة الجغرافي Geographical Ecology
3. علم بيئة المتحجرات Paleoecology
4. علم البيئة السلوكية Behavior Ecology
5. علم البيئة التطبيقي Applied Ecology

خامساً: بما أن الكائنات الحية في الطبيعة مكونة من نباتات وحيوانات واحياء دقيقة لذا يمكن تقسيم علم البيئة إلى ثلاث اقسام رئيسية:

1. علم البيئة النباتية Plant Ecology
2. علم البيئة الحيوانية Animal or Zoo Ecology
3. علم البيئة الاحياء الدقيقة Ecology Microbes

References المصادر

- Ellison, A. M. (2006); Dritschilo, W. (2006); Rotabi, K. S(2007Campbell, Neil A.; Brad Williamson; Robin J. Heyden (2006).
  Biology: ExploringLife. Boston. Massachusetts: Pearson Prentice Hall. ISBN 0-13-250882-6.
- Odum, Eugene P. (1959). Fundamentals of Ecology (Second ed.). Philadelphia and London: W. B. Saunders Co. p. 546 p.
  ISBN 0721669417/9780721669410 Check |isbn= value(help). OCLC 554879.
- Turchin, P. (2001). "Does Population Ecology Have General Laws?". Oikos 94 (1): 17–26.doi:10.1034/j.1600-0706.2001.11310.x
- Johnson, J. B.; Omland, K. S. (2004). "Model selection in ecology and evolution.". Trends in Ecology and Evolution 19 (2): 101-108. doi:10. 1016/j. tree. 2003. 10. 013. PMID 16701236
- Begon, M.; Townsend, C. R.; Harper, J. L. (2006). Ecology: From Individuals to Ecosystems(4th ed.).
  Oxford, UK: Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-1117-1
- Hanski, I.; Gaggiotti, O. E., eds. (2004). Ecology, genetics and evolution of metapopulations.. Burlington, MA: Elsevier Academic Press.
  ISBN 0-12-323448-4.
- Grossman D.H. , Faber-Langendoen D. , Weakley A.S. , Anderson M. , Bourgeron P. , Crawford R. , Goodin K. , Landaal S. , Metzler K. , Patterson K.D. , Pyne M. , Reid M. , and Sneddon L. 1998. International classification

of ecological communities: terrestrial vegetation of the United States. Volume I, The National Vegetation Classification System: development, status, and applications. The Nature Conservancy: Arlington, VA.

- Anderson, M. , P. Bourgeron, M. T. Bryer, R. Crawford, L. Engelking, D. Faber-Langendoen, M. Gallyoun, K. Goodin, D. H. Grossman, S. Landaal, K. Metzler, K. D. Patterson, M. Pyne, M. Reid, L. Sneddon, and A. S. Weakley. 1998. International classification of ecological communities: terrestrial vegetation of the United States. Volume II. The National Vegetation Classification System: list of types. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA. 502 p.
- Daily, Gretchen C. (1997). Nature's Services. Island Press. ISBN 1-55963-476-6
- Vaccari, David A. (2005). Environmental Biology for Engineers and Scientists.Wiley-Interscience. ISBN 0-471-74178-7
- Campbell, Neil A.; Brad Williamson; Robin J. Heyden (2006). Biology: Exploring Life. Boston, Massachusetts: Pearson Prentice Hall. ISBN 0-13-250882-6.
- www.geohive.com/earth/population_now.aspx

الفصل الثاني

تركيب النظام البيئي

الفصل الثاني

تركيب النظام البيئي

- المكونات غير الأحيائية
- المكونات الأحيائية
- النظام البيئي الدقيق
- الانظمة البيئية غير الكاملة
- المفاهيم المتعلقة بالنوع والفرد
- المكافئ البيئي
- التوازن البيئي
- التصحر
- تصحر الأراضي
- اسباب تصحر الأراضي
- مؤشرات ومظاهر التصحر
- تصحر البيئات المائية
- اسباب تصحر المياه
- المنتجات والتصحر
- المصادر

النظام البيئي Ecosystem

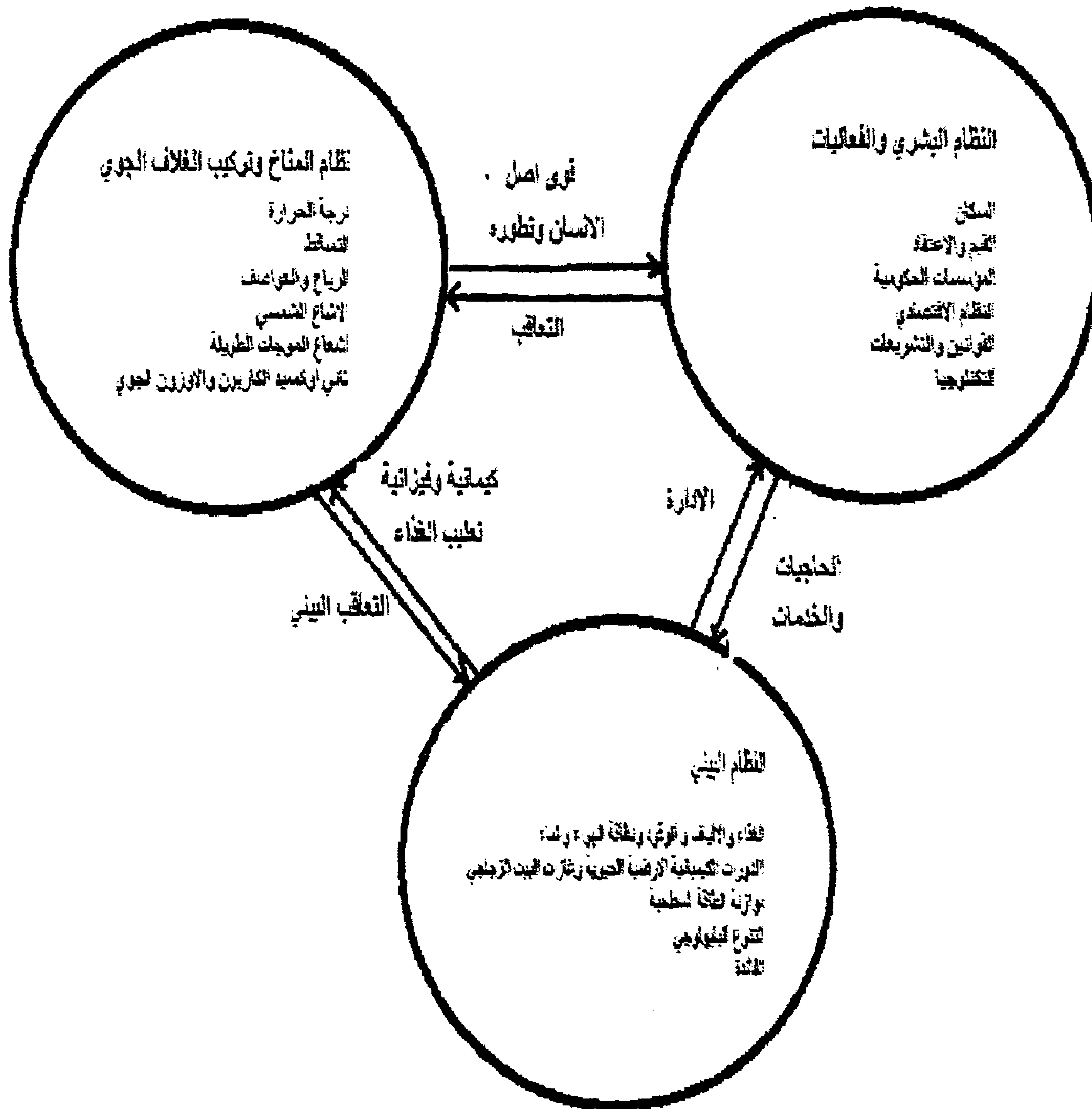
البداية الأساسية لفهم حقائق البيئة هي ان نبتدأ دراسة علم البيئة بالوحدة الاساسية لعلم البيئة وهو النظام البيئي. يطلق مصطلح النظام البيئي على اية وحدة تنظيمية في مكان ما، يشتمل على الكائنات الحية والمكونات غير الحية بحيث تكون متفاعلة فيما بينها مما يؤدي إلى تبادل للعناصر والمركبات بين الاجزاء الحية وغير الحية في ذلك النظام.

يعد النظام البيئي اكثر شمولا من المصطلحين الجماعة Population والمجتمع Community واقرب شبها إلى حد ما من حيث المجال إلى المصطلحين البيئة Environment والموطن Habitat وسنتناول هذه المصطلحات بصورة موجزة وعلى النحو التالي. وهو من الاصطلاحات الحديثة التي استخدمت لأول مرة في الثلاثينات من القرن الماضي، واقترح من قبل عالم بيئة تانسلي Tansely عام 1935.

ويعني به تداخل فعل الكائنات الحية مع البيئة غير الحية وتأثير بعضها على البعض الآخر. فالنظام البيئي Ecosystem هو عبارة عن اي وحدة تنظيمية في مكان ما، تشتمل على الكائنات الحية والمكونات غير الحية المحيطة بها، بحيث تكون متفاعلة فيما بينها ويؤثر كل منهما في صفات الآخرة، وكلاهما ضروري لإدامة الحياة، إذ يتم تبادل العناصر والمركبات والطاقة بين الكائنات الحية والعوامل المحيطة غير الحية. وبذلك تتم في هذا النظام عمليات تحويل المواد اللاعضوية إلى مواد عضوية ثم إلى مواد لا عضوية مرة أخرى بفعل عوامل حية أو غير حية احياناً. وهذا يعني ان دورة العناصر المعدنية وغير المعدنية فضلاً عن

اشكال الطاقة تحدث وتتم داخل مثل هذه الانظمة في مناطق مختلفة من العالم وفي تفاعل حركي. ويستنتج من ذلك ان النظام البيئي يتميز بالديمومة الذاتية.

ان النظام البيئي قد يتركز في اي منطقة صغيرة تتواجد وتستمر فيها الحياة على الكرة الارضية. لذلك فإن البركة والمستنقع والبحيرة والحقول الزراعية وبقعة من غابة والمدينة والقارة والحديقة المنزلية وحتى المزرعة المختبرية أو البكتيرية كل واحدة من هذه يمكن ان تعتبر وحدات لأنظمة بيئية.



شكل (4) علاقة النظام وفعاليات الانسان ونظام المناخ وتركيب الغلاف الجوي بالنظام البيئي.

يشكل العالم بأكمله نظاماً بيئياً ضخماً ومتوازناً وهو ما يدعى بالمحيط البيئي Ecosphere والذي يدعى كذلك الغلاف الحياتي Biosphere والذي يغطي المنطقة المذكورة على الكرة الارضية التي تقطنها الاحياء من اعمق نقطة تحت سطح الارض إلى اعلى نقطة في الجبال وقد يصل مداها إلى الاجواء التي تتواجد فيها الاحياء.

بصورة عامة تقسم الانظمة البيئية إلى نوعين رئيسيين هما:

الأنظمة البيئية الأرضية (اليابسة) Terrestrial Ecosystems وتضم:

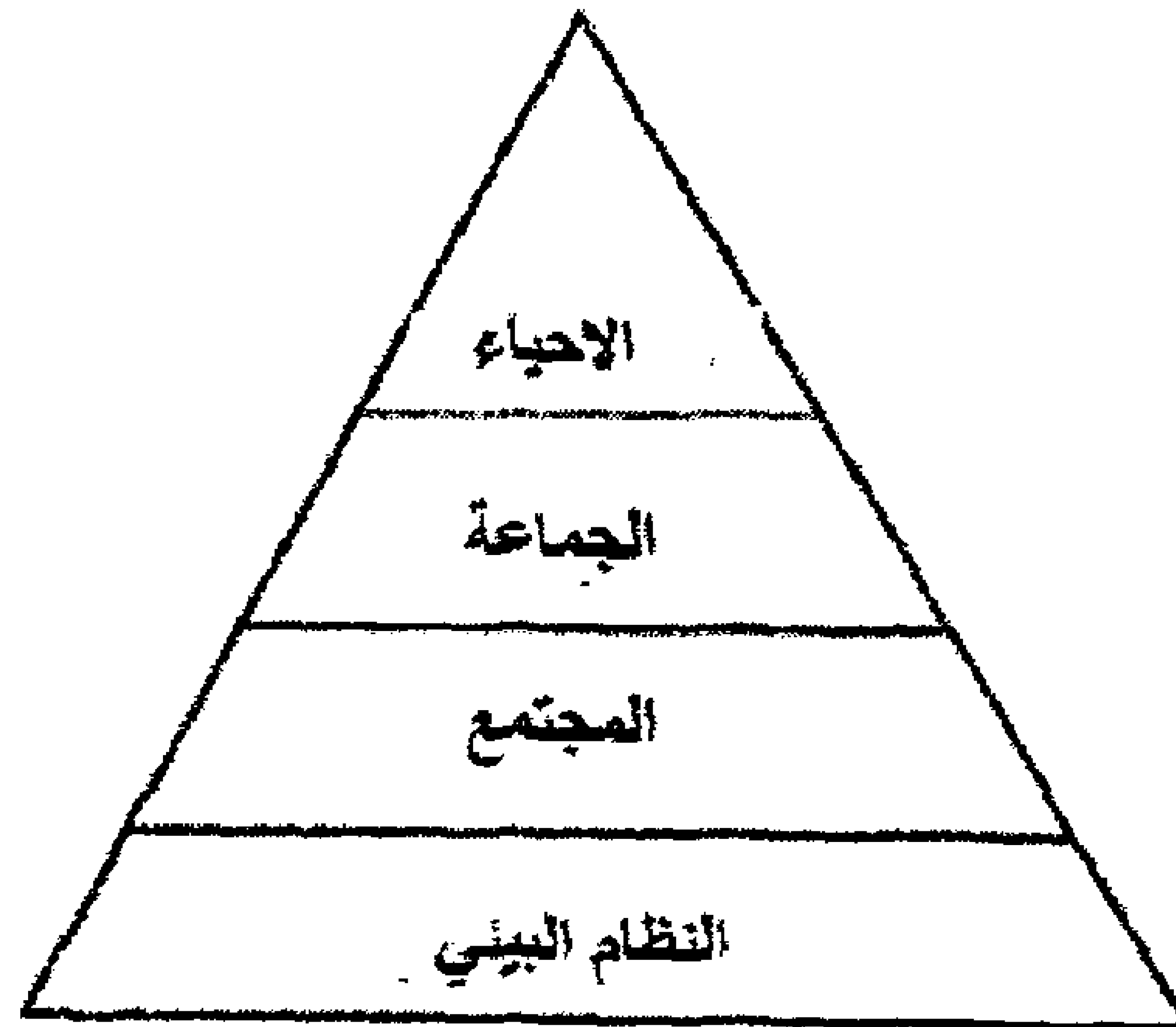
أ. بيئة الجبال. ب. بيئة الهضاب. ج. بيئة التلال.

د. بيئة السهول. هـ. بيئة الصحارى.

الانظمة البيئية المائية Aquatic Ecosystems وتضم:

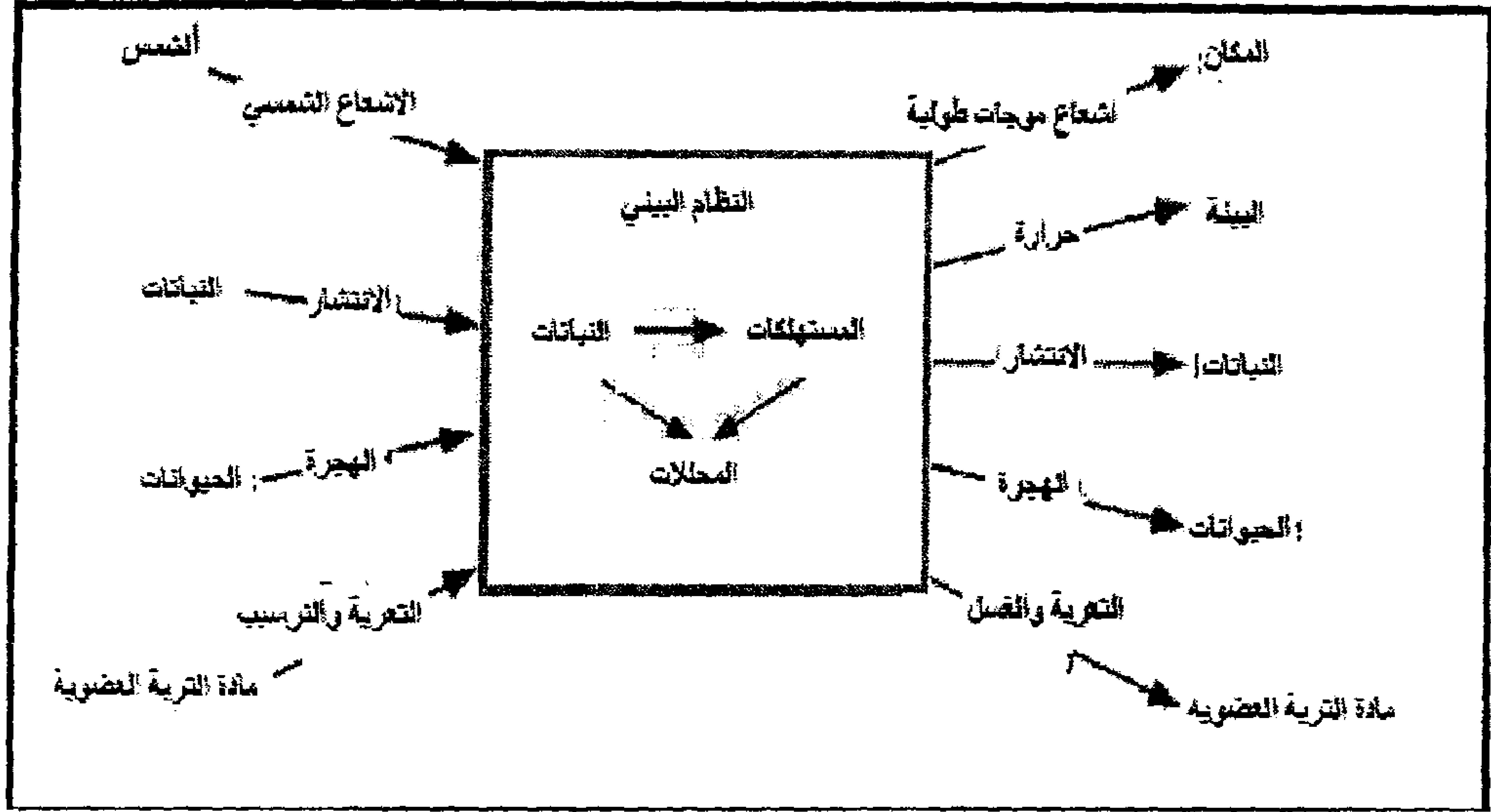
أ. البيئة البحرية ب. بيئة المصبات ج. بيئة المياه العذبة

تركيب النظام البيئي: Structure of Ecosystem



هرم النظام البيئي Ecosystem Pyramid

شكل (5) هرم النظام البيئي



شكل (6) النموذج لوصف عناصر النظام البيئي الرئيسية وعلاقتها مع بعضها

يتكون النظام البيئي من مكونين رئيسيين هما:

أولاً: المكونات غير الأحيائية Abiotic Components

لمكونات غير الأحيائية Abiotic وتشمل مجموعة العوامل الفيزيائية (الطبيعية) المتعلقة بالوسط البيئي، وتكون بمثابة المخزن أو المستودع الذي تبني منه الكائنات الحية أجسامها، وتضم العوامل التالية:

أ- العوامل الفيزيائية Physical Factors وتضم عوامل المناخ كالضوء (الشمس) ودرجة الحرارة والرطوبة (الماء) والرياح والتربة والموقع من سطح البحر وخطوط العرض.

ب- العوامل الكيميائية، وتضم عوامل: الأكسجين والنيتروجين وثاني أكسيد الكربون ودرجة الحموضة والقواعد والأملاح في التربة.

العوامل غير الأحيائية... الطبيعية Abiotic (physical) Factors

وتضم كما ذكر سابقاً، العوامل التالية:

أولاً: الضوء Light

الضوء، والطاقة الشمسية بشكل خاص، هي الأساسي للحياة.. وبدون الضوء تصبح الحياة على كوكب الأرض مستحيلة، وتتمثل أهمية الضوء في ما يلي:

أ- قيام النباتات والطحالب بعملية التمثيل الضوئي (ذاتية التغذية) التي تعتبر الحلقة الأولى في السلسلة الغذائية.

ب- أهمية الضوء ودوره في إنتاج (الكلورفيل) والتأثير على عدد البلاستيدات ومواضعها.

جـ- التأثير على تركيب (تكيف وتأقلم) النباتات وبخاصة أوراقها من حيث الحجم والسمك وحركة الثغور فيها.

د- الرؤية والإبصار بواسطة أعضاء الحس في الإنسان (العين) والحيوانات المبصرة الأخرى.

هـ- يؤثر طول النهار في حياة وسلوك الحيوانات والنباتات والكائنات الحية الأخرى، فهناك نباتات تحتاج إلى نهار طويل أو نهار قصير.

و- تؤثر شدة الضوء في معدل التمثيل الضوئي، وتوزيع النباتات في النظم البيئية، وفي سلوك الحيوانات وتكاثرها وهجرتها السنوية.

ثانياً: درجة الحرارة Temperature

تتمثل أهمية الحرارة للكائنات الحية فيما يلي:

أ- تؤثر الحرارة في نشاط الكائن الحي وفسيولوجيته، وتتنوع تبعاً لذلك

الحيوانات والنباتات في النظم البيئية المختلفة (المائية والصحراوية واليابسة والقطبية.. ألخ).

ب- تتلق الأنزيمات في درجات الحرارة المرتفعة (حوالي خمسين درجة مئوية).

جـ- تتكيف الكائنات الحية تبعاً لدرجات الحرارة كما في: البيات الشتوي Hibernation والبيات الصيفي Aestivation وهجرة الحيوانات (كالطيور والأسماك وبعض الثدييات) إلى مكان أنسب، وفترة الراحة والسكون عند النباتات.. ألخ.

ثالثاً: الرطوبة: Humidity

الرطوبة (كالحرارة) عامل بيئي مهم في حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى كما يتضح فيما يلي:

أ- هناك علاقة واضحة بين نسبة الماء في جسم الإنسان (والكائن الحي) والمحتوى المائي للوسط الذي يعيش فيه.

ب- تؤثر الرطوبة في الحيوانات البرية والأرضية وفي سلوكها وتنقلاتها ونشاطاتها الحيوية.

جـ- تؤثر في معدل فقدان النباتات للماء (النتح) أو فقدان الحيوانات للماء (التبخر) وبالتالي تؤثر في دورة الماء في الطبيعة.

د- تؤثر في توزيع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية (وغيرها) في النظم البيئية المختلفة.

هـ- تتكيف الحيوانات والنباتات في البيئات المائية المختلفة (الجافة والصحراوية ومتوسطة الرطوبة والبيئة المائية) في ثلاثة أنماط تكيفية تتمثل في: التكيف

السلوكي، وعليه تؤثر الرطوبة على نشاط وسلوك الكائنات الحية وفقاً لكمية الرطوبة الجوية.

رابعاً: الماء Water

يرتبط الماء بعامل الرطوبة ويتداخل معها بشكل رئيسي وجعلنا من الماء كل شيء حي، وفي الحياة وفي الطبيعية، يوجد تبادل مستمر للماء بين: الهواء والأرض والبحر، وبين الكائنات الحية وبيئاتها، وللماء تأثير جوهري ورئيسي على حياة جميع الكائنات الحية في النظم البيئية المختلفة، والشكل يبين ملخصاً لدورة الماء في الطبيعة والكائنات الحية، ويتضح من هذه الدورة أن (الأمطار) هي المصدر الرئيسي للماء، والسحب التي تسقط الأمطار تتكون من: بخار الماء الذي يصعد من البخار والبحيرات والمحيطات وغيرها الموجودة على سطح الأرض بفعل حرارة الشمس (التبخر)، ومن تنفس الأحياء، والمياه التي تسقط على سطح الأرض.

ثانياً: المكونات الاحيائية Biotic Components

وتشمل الكائنات الحية كافة المتواجدة في النظام البيئي بأنواعها المختلفة واعدادها واحجامها وطرق تغذيتها. ويمكن تقسيم المكونات الاحيائية اعتماداً على مصادر تغذيتها (مصدر الطاقة) إلى ثلاث مكونات هي:

أ- كائنات حية منتجة Producer Organisms وقد تسمى كائنات ذاتية التغذية Autotrophic organisms وهي الكائنات الحية التي تستطيع كوين غذائها من مواد غير عضوية بسيطة كالكائنات الحية ذاتية التغذية التي تتمثل في النباتات الخضراء والطحالب وبعض الكائنات الحية الأخرى (كالعوالق وبعض أنواع البكتيريا) التي تحتوي على مادة الكلوروفيل والتي لها القدرة

على القيام بعملية التمثيل الضوئي وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية، وتسمى هذا الكائنات الحية بالمنتجات Producers.

وفي البيئة المائية فإن الكائنات المنتجة تتمثل بالطحالب Algae والتي تتواجد بأعداد هائلة تضاهي اعداد النباتات على اليابسة.

ب- كائنات حية مستهلكة Consumers وهي كائنات حية (غير ذاتية التغذية)، أي أنها تعيش وتستهلك كائنات حية أخرى في غذائها كالحيوانات (والإنسان) نفسه، ويطلق على هذه الكائنات الحية بالمستهلكات Consumers.

وتقسم هذه الكائنات الى:

- كائنات حية تقتات على النباتات وتسمى آكلات الأعشاب أو العواشب Herbivores وتدعى بالمستهلكات الاولية كالاغنام والابقار.
- كائنات حية تقتات على غيرها من الحيوانات وتسمى آكلات اللحوم أو اللواحم كالنسور والسباع أو الاسود Carnivores وتدعى بالمستهلكات الثانوية والمستهلكات الثالثية والرباعية.
- كائنات حية تعتمد على مصادر غذائية نباتية وحيوانية اي تقتات على النباتات واللحوم وتسمى Omnivores كالأنسان.

جـ- كائنات حية مفككة Decomposers وتقوم هذه الكائنات الحية بدور تفكيك بقايا الكائنات الحية العضوية (الحيوانية والنباتية) وتحولها إلى مركبات بسيطة بحيث يمكن للنباتات (المنتجات) الاستفادة منها في تغذيتها ومعيشتها، ويطلق على هذه الكائنات الحية (بالمفككات)، وللمفككات (أو المحللات)

أهمية أساسية في كل نظام بيئي حيث إنها تسمح بإعادة استعمال المواد الغذائية بشكل دائم فتؤمن بذلك استمرار النظام البيئي واستقراره.

وهي كائنات غير ذاتية التغذية رمية أو طفيلية. وهذه الكائنات لا تتمكن من التهام الغذاء وهضمه وإنما تقوم بامتصاص الغذاء بعد إفراز أنزيمات هاضمة لتكسير مكونات الغذاء إلى مواد بسيطة التركيب.

وتضم هذه الأنواع من الاحياء بصورة عامة الاحياء المجهرية مثل البكتريا Bacteria والفطريات Fungi وتسمى هذه الكائنات بالكائنات الطفيلية Parasitic عندما تعتمد في غذائها على كائنات حية. أو تكون كائنات ذات طبيعة رمية Saprophytic Organisms اذ انها تعيش على المواد العضوية الميتة. تتميز الكائنات المحللة (الطفيلية والرمية) بقدرتها على تحليل المواد العضوية المعقدة وتحويلها إلى مركبات عضوية بسيطة يمكن للنباتات الخضراء ان تمتصها بوصفها مواد غذائية حيوية. وهي بذلك توفر الحلقة الاساسية الأخيرة من الدورة الحياتية الضرورية لتجديد الحياة.

المستهلكات تحصل على الطاقة من اواصر الكاربون من المنتجات بمعنى اخر ان المستهلكات هي غير ذاتية التغذية تعتمد على ما تأكل ويمكن التميز بين اربع انواع من غير ذاتية التغذية

جدول (1) المكونات الاحيائية اعتماداً على مصادر تغذيتها (مصدر الطاقة).

Consumer **المستهلكات**	**trophic level** **مستوى التغذية**	**food source** **مصدر الغذاء**
Herbivores العواشب	الاوليةprimary	النباتاتPlants

Consumer المستهلكات	trophic level مستوى التغذية	food source مصدر الغذاء
Carnivores آكلات اللحوم	secondary or higher العالي أو الثانوي	Animalsالحيوانات
Omnivores النباتات واللحوم (الانسان)	all levels كل المستويات	plants & animals النباتات والحيوانات
Detritivores الحتاتيات	---------------	Detritus الحتات

النظام البيئي الدقيق: Micro Ecosystem

يقصد بالنظام البيئي الدقيق بأنه نظام بيئي مصغر له حدود مميزة يمكن التأثير فيه وتكراره في أي وقت، وتحتوي هذه الانظمة المصغرة على المكونات الاساسية للنظام البيئي، وتكون عادة على نوعين احدهما يشتق مباشرة من الطبيعة وذلك من خلال نمو الكائنات وازدهارها في اوساط صغيرة. والثاني يدام بمختلف انواع المثبتات الكيمياوية مع توفير التدفق الداخل والخارج للمغذيات والكائنات الحية المنظمة لها. ومن بين الامثلة على الانظمة البيئية الدقيقة هي احواض اسماك الزينة. الاوساط البكتيرية

الانظمة البيئية غير الكاملة: Incomplete Ecosystems

تعتبر الانظمة البيئية التي تملك جميع المكونات الاساسية للنظام البيئي (المكونات الاحيائية وغير الاحيائية) نظماً بيئية متكاملة Complete Ecosystems إلا أنه توجد بعض الانظمة البيئية التي ينقصها واحد أو اكثر من هذه المكونات لذا سُميت بالأنظمة البيئية غير الكاملة. ومن الامثلة الواضحة

لهذه الانظمة تلك التي تتواجد في الاعماق السحيقة للبحار والمحيطات اذ توجد كائنات محللة واخرى مستهلكة في حين لا وجود للكائنات المنتجة بسبب الظلام لعدم وصول الاشعة الضوئية إلى تلك الاعماق ويكون المستهلك في هذه الحالة مؤلفاً من كائنات تتغذى على ما يسقط من نباتات أو حيوانات ميتة من الطبقات العليا.

ومن الامثلة الأخرى المتعددة للأنظمة البيئية غير الكاملة مثل مناطق الكهوف ذات الظلام الدامس اذ لا يتواجد المنتج لنفس السبب السابق ويلاحظ فيها فقط المستهلك والمحللات. وقد توجد اشكال في الانظمة غير الكاملة تتألف من الكائنات المنتجة والمحللة فقط مع غياب المستهلك كما هي الحال في ازدهار الطحالب السامة في الانظمة البيئية المائية اذ تموت الكائنات المستهلكة عند تغذيتها مما يمنع سريان الطاقة خلال السلسلة الغذائية.

المفاهيم المتعلقة بالنوع والفرد:

هناك عدد من المفاهيم ذات العلاقة بالنوع Species والفرد Individual في النظام البيئي فيما يأتي بعضاً منها:

الموطن والمركز البيئي: Habitat and Ecological Niche

يعرف الموطن Habitat بأنه الوسط البيئي أو المكان الذي يعيش فيه أو يلجأ اليه الكائن الحي.

أما المركز البيئي Ecological Niche فيعرف بأنه المكان الطبيعي الذي يحتله الكائن الحي فضلاً عن أثره الوظيفي في المجتمع.

وبمعنى آخر فأن المركز البيئي هو اكثر شمولاً من تعبير الموطن. فيعبر عن

الموطن انه عنوان الكـائن الحـي، في حـين يكـون المركـز البيئـي حرفتـه بـالمعنى الحياتي. وكـان العلـم جـارلس التـون Charles Elton (1927) في انكلـترا مـن الاوائل الذين استخدموا تعبير المركز البيئي Niche بمعنى الحالة الوظيفية للكائن الحي في مجتمعه.

المكافئ البيئي Ecological Equivalent

تعرف الكائنات التي تحتل المراكز البيئيـة نفسـها أو أخـرى مشـابهة لهـا في مناطق جغرافية بالمكافئات البيئية Ecological equivalent.

التوازن البيئي: Environmental Stability

التوازن الطبيعي Homeostasis هو التعبير الذي ينطبق عموماً علـى ميـل الانظمة الحياتية لمقاومة التغير وتقبى في حالة متوازنة.

لقد اتفق علماء البيئة على ان اي إخلال في التـوازن الطبيعـي لأي نظـام بيئي يعد نوعاً من أنواع التلوث Pollution مما يدل على ان التـوازن البيئـي ذو أهمية في استقرار مكونات ذلـك النظـام البيئـي ويقصـد بـالإخلال في التـوازن الطبيعي هو التغيرات المفاجئة لإحدى أو اكثر مـن المكونـات الإحيائيـة أو غـير الإحيائية.

ان التوازن الطبيعي على مستوى الكائن الحي هـو مـن المفـاهيم المعروفـة جيداً في علم وظائف الاعضاء Physiology. وان التوازن بـين الكائنـات الحيـة والبيئة يمكن الابقاء عليه ايضاً بعوامل تقاوم التبدل في النظام البيئي ككل.

ويجب ان تهتم في زيادة الوعي البيئي للإنسان لكي لا يؤثر أو يكون تأثيره السلبي محدود في النظام البيئي.

تصحر الأراضي والمياه

Terrestrial and Aquatic Biomes Desertification

تأثير التصحر له إبعاد كثيرة كتصحر الأراضي وما يرافق ذلك من تدهور وقلة إنتاجية الاراضي المناطق وكذلك تصحر البيئات المائية.

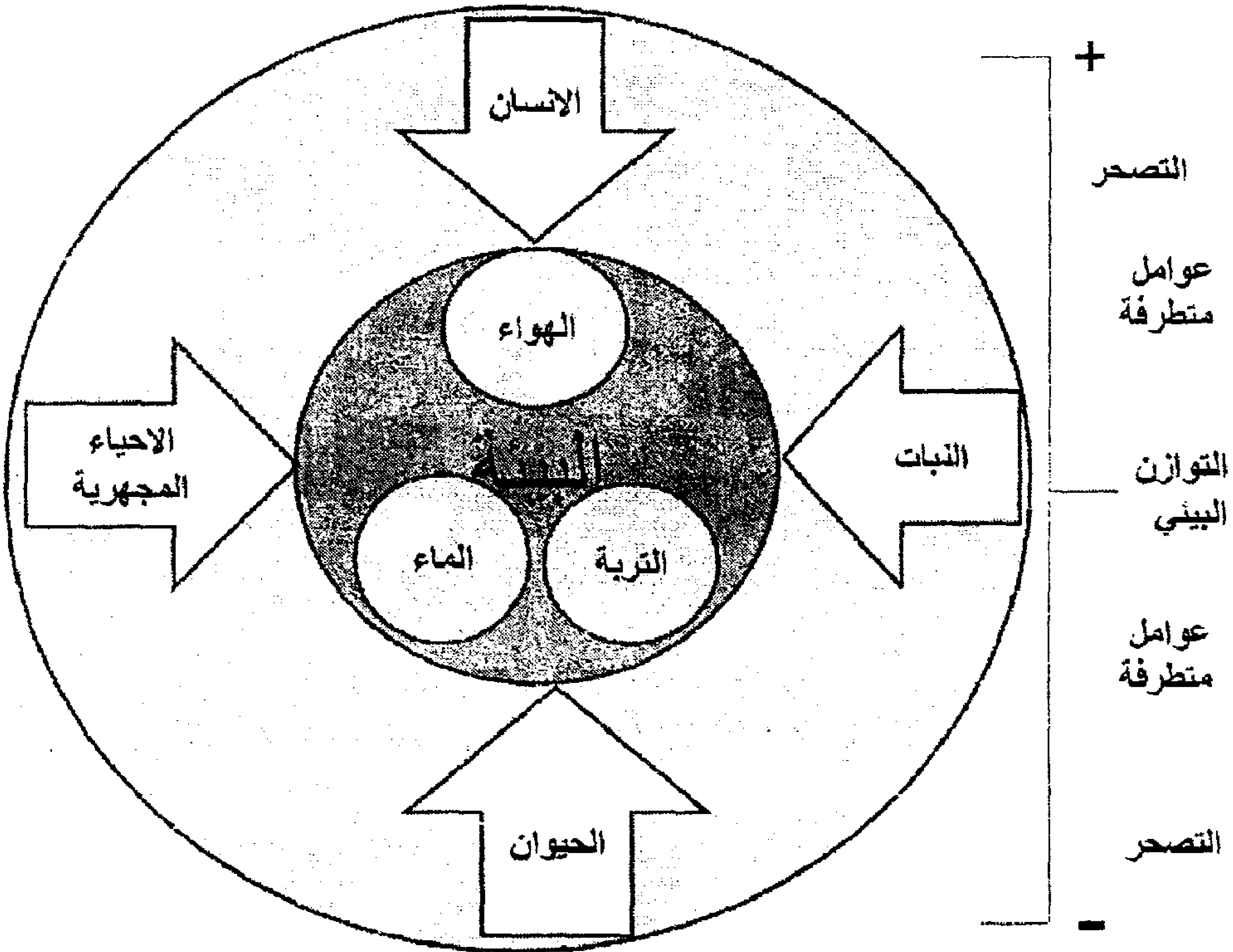
ان عملية تدهور البيئة والتي يمكن قياسها بقلة الإنتاج النباتي للنباتات المرغوبة وزباده النباتات الغير مرغوبة وزيادة في التعرية التعجيلية والتملح وتغدق الأراضي المروية وما يرافق ذلك من انخفاض الإنتاج الحيواني وكذلك تدهور البيئات المائية نتيجة للاستثمار الجائر والصيد الجائر و بسبب تعرض المياه للتلوث Pollution (رمي مبيدات الآفات، إضافة مفضلات مساحيق الغسيل، فضلات المصانع والفضلات المنزلية وفضلات الإسطبلات وغيرها من المواد الملوثة) والتي تؤدي إلى التلوث الحراري وقلة الأوكسجين المذاب ومن المعروف يعتبر الجسم المائي ملوثا إذا كان تركيز الأوكسجين المذاب اقل من الحد المطلوب لإدامة الحياة المائية والصيد الجائرOver fishing أو الاستثمار الجائر Over exploitation للمسطحات المائية وغيرها من الأسباب التي تؤدي إلى انهيار النظام البيئي للمياه. والذي يؤدي إلى زيادة في تدهور الحالة المعايشة للناس المعتمدين في معيشتهم على هذه الموارد و الساكنين في المناطق المعرضة لهذا التدهور الخطير.

أولا: تصحر الأراضي Land desertification

ثانيا: تصحر البيئات المائية Aquatic desertification

أولا: تصحر الأراضي Land desertification

ظـاهرة تـدهورا لنظـام البيئـي بصـورة عامـة والـذي يـؤدي إلى انخفـاض إنتاجيـة المـوارد الطبيعيـة بسـبب تعريـة التربـة Soil erosion وتملـح الأراضـي Land salinization ولتغـدق Water logging في الأراضـي المرويـة وإزالـة الغطـاء النبـاتي Removal of plant cover والتلـوث Pollution. وقـد يعجل الإنسان أو يبطئ من هذه العملية فكلما كانت الظروف الطبيعية السـائدة متطرفة كان تأثير الإنسان اكبر وأكثر ضررا. ويمكن القول إن التصحر نـاتج مـن سوء استعمال الإنسان للموارد الطبيعية.



شكل (7) التطرف في صفات العوامل الاحيائية وغير الاحيائية يؤدي إلى التصحر

اسباب تصحر الأراضي Causes of desertification

1- إزالة الغطاء النباتي Removal of plant cover .

إن الغطاء النباتي ذو أهمية حيوية للتربة فهو يحمي التربة ضد فعل سقوط قطرات المطر، يزيد من درجة غيض الماء في التربة، يحفظ خشونة سطح التربة، يقلل سرعة السيخ السطحي، يربط التربة ميكانيكيا، يقلل من تغيرات مناخ الموقع في الطبقات العليا للتربة، ويحمي الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة.

أدى الاستغلال السيئ للغطاء النباتي من أشجار وشجيرات ومراعي طبيعية في العراق وفي غيرة من بلاد الشرق الأوسط إلى تدهور كبير في الكساء النباتي الطبيعي إلى الحد الذي انعدمت أو قلت فيه النباتات الصالحة أو المرغوبة بدرجة كبيرة وصاحب المرحلة الأولى لهذا التردي زيادة في النباتات ذات القيمة الرديئة ثم إلى اختفائها هي الأخرى. وتحولت المنطقة تدريجيا إلى أراضي متصحرة ذات تربة شبة عقيمة، حيث واكب هذا التدهور قي الكساء تدهورا موازيا في خصوبة التربة نتيجة للإخلال في التوازن المائي للبيئة Hydrologic balance وما يتبعه من زيادة في التعرية المائية والريحية وتفسخ المادة العضوية وغسل العناصر الغذائية وينطبق هذا الأمر على الأراضي في العراق جدول (1).

ويمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي إلى ذلك بما يلي:

1- الرعي الجائر لأراضي المراعي overgrazing يزال الغطاء النباتي بالرعي الجائر لأراضي المراعي overgrazing وهذه العملية ناتجة من رعي عدد كبير من الحيوانات في وحدة المساحة من المرعى ولفترة طويلة مما يؤدي إلى إزالة

النباتات وعدم امكنيتها على النمو مرة ثانية ويرجع هذا لعدم معرفة إدارة علم المراعي.

2- قطع الأشجار والشجيرات Deforestation لغرض الاستخدامات الصناعية مثل عمل الأثاث والاستخدامات الأخرى كالاستخدام في التدفئة.

3- حرق الأشجار والشجيرات لغايات وإغراض مختلفة مثال على ذلك تجفيف وحرق نباتات الاهوارفي العراق الذي أدى إلى كارثة بيئية كبيرة من الصعب إعادتها إلى حالتها الطبيعية.

- إزالة الغطاء النباتي نتيجة لوجود أفات وإمراض النبات.
- ضرر الغطاء النباتي بواسطة الأبخرة الصناعية والمواد الملوثة الغير مرغوبة بيئيا مثل على ذلك الإمطار الحمضية أو تأثير ملوثات الهواء الكيميائية مباشرتا على النباتات أو نتيجة لذوبانها في الماء وخاصة مياه المطر وسقوطها على النباتات.

إن الأراضي الجافة تميل إلى التصحر خلال فترات الجفاف ولكن تعود إلى طبيعتها الأولى وتعيد مكانتها الإنتاجية عند تساقط الإمطار 250وهذا مايطلق علية بالتوازن الطبيعي ولكن التوازن الطبيعي هذا قد لا يقاوم تدخل الإنسان والكائنات الحية الأخرى التي تعمل جاهدة بتحفيز ارض المناطق الجافة وشبة الجافة للاستجابة لظاهرة التصحر. ولهاذ يمكن القول إن التصحر ناتج من سوء استعمال الإنسان لهذه الأراضي الحساسة الظروف.

تظهر الأراضي المعرضة للنصر الشديد والشديد جدا بضعف غطائها النباتي وانتشار الحشائش والأشواك الرديئة الضارة وفي حالة التصحر الشديد

جدا تكون الأراضي جرداء أو خالية من الغطاء النباتي تماما. في جدول (2) نلاحظ الكفاءة النسبية للنباتات المختلفة في حماية التربة من التعرية.

2- التعرية في أراضي الزراعة الجافة

Erosion on dry-farmed areas

تتعرض الترب إلى التعريةErosion وهى عملية تفتيت أو تحطيم التربة نتيجة لفعل التجوية weathering المختلفة ونقلها بواسطة عوامل النقل المختلفة (الماء أو الهواء أو غيرهما) وترسيب المواد المنقولة في غير مواقعها الأصلية. وقد تكون التعرية على هذا الأساس تعرية مائية أو ريحية ومنها التعرية الاعتيادية (الجيولوجية) أو التعرية المعجلة الغير اعتيادية والأخيرة قد تكون اعتيادية نتيجة للجفاف الغير اعتيادي أو نتيجة للآفات وإمراض النبات وغيرها اوقد تكون غير اعتيادية نتيجة لفعل الإنسان. ويمكن تقسيم التعرية حسب الضرر إلى Zachar، (D. 1982):

أ- التعرية الطبيعية

- اعتيادية وهذا النوع يكون سليم العاقبة.
- غير اعتيادي يكون ضار.

ب- التعرية المحورة

أ- معجلة وقد يكون هذا النوع سليم العاقبة أو ضار.

ب- مثبطة هذا النوع أيضا قد يكون سليم العاقبة أو ضار

التعرية المائية water erosion

وهي عملية تفتيت أو تكسير ونقل المواد بواسطة الماء وترسيب المواد المنقولة في مكانات غير مواقعها الأصلية

أ- التعرية صفائحي Sheet erosion

تزال بهذه الطريقة طبقة أو صفيحة منتظمة من التربة بواسطة الماء ولجزء معين من المنحدر.

ب- الأخدودية Gully erosion

تتكون أخاديد كبيرة على سطح التربة المعرضة لهذا النوع من التعرية بفعل جريان الماء الشديد أو السيول runoff ويتراوح عمق هذه الأخاديد 2-30م. تمتاز الترب المعرضة ذا النوع من التعرية ببناء ضعيف وتقع على منحدرات تساعد على حدوث التعرية شكل (3).

ج- تعرية خيطية Rill erosion

وهذا النوع من التعرية يعتبر المرحلة الأولى من التعرية الأخدودية شكل (3).

د- تعرية متعددة الإشكال Polymorphic erosion

هذا النوع من التعرية يسمى أيضا تعرية ارض الأموات badland erosion تشمل أنواع عديدة من تحطيم سطح التربة وتسمى الأراضي المعرضة لهاذ النوع من التعرية بأرض الموات badland. إن إمكانية تقليل خطر التعرية المائية حسب صفات العوامل المؤثرة التي يمكن تغيرها من هذه العوامل والتي لا يمكن تغيرها

التعرية الريحية wind erosion

التعرية الريحية wind erosion هي عملية تفتيت ونقل المواد بواسطة الرياح وترسيب المواد المنقولة في إمكانات غير مواقعها الأصلية.

إن العامل الرئيسي في تعرية التربة الريحية هو حركة ودوران الهواء فا

الريح تؤثر على التربة بتجفيف الطبقات السطحية العليا وإزالة دقاق التربة بواسطة التذرية فكلما كانت الرياح اقوي كلما كن التأثير اكبر على التربة. تبدي بعض الترب مقاومة للتيارات الهوائية وذلك باختزال سرعتها مقللة من طاقتها الحركية. ويعتمد تأثير الرياح على خواص التربة الداخلية بالأخص تماسك مجاميع التربة كما هو ممثل بواسطة الحبيبات الغير قابلة للتعرية، من نتائج بحث قام به Abdulla و Samera سنة 2005، لدراسة العواصف الغبارية الناتجة من التعرية الريحية وعلاقتها بالظروف المناخية في منطقة بغداد. إن اعلي فترة عواصف غبارية كانت 74.4 ساعة في تموز واقل فترة هي 16.8 ساعة في شهري أيلول وكانون الأول.

وقيمة التعرية الريحية وصلت إلى 18.16 طن/ هكتار في الترب ذات البناء الضعيف والتي توصف بعدم وجود غطاء نباتي أو وجود غطاء نباتي ضعيف (الأراضي غير المزروعة). وكان مدى التعرية الريحية من 0.04-0.28 طن/ هكتار في الترب ذات البناء الجيد و الغطاء النباتي الممتاز (الأراضي المزروعة). وفي الترب ذات البناء و الغطاء النباتي المتوسط كانت قيمة التعرية الريحية تراوح بين 1.41 و9.22 طن/ هكتار.

من مظاهر الأراضي المعرضة للتصحر الشديد والشديد جدا كونها ذات سطح تريه معرض لتعرية صفائحي وأخدودية واضحة و التربة معرضة للفقد بواسطة الرياح وفي حالة التصحر الشديد جدا يظهر سطح الأراضي مخرب نتيجة لانتشار الأخاديد والكثبان الرملية. أدناه مساحة الأراضي المعرضة للتعرية (هكتار) ونسبتها من المساحة الكلية للعراق.

التعرية المسموح بها Tolerance erosion

إن التعرية التي تتضمن تكوين التربة من جانب وتحفظ خصوبة التربة من جانب أخر تعتبر تعرية مرغوبة ومسموح بها. إما التعرية التي تتعدى هذا الحد فتعتبر غير مسموح بها تؤدي إلى تدهور التربة وتصحرها. ويمكن تقدير التعرية المسموح بها ولكن تختلف القيم حسب أنواع الترب وعمقها وتاريخ التعرية لهاذة الترب. في الولايات المتحدة الأمريكية استطاع باحثون في مناطق مختلفة حساب مستويات التعرية المحتملة والتي أوصي بها كمتطلبات الحدود الدنيا في تطبيق أساليب السيطرة علي التعرية وحصلوا على قيم من 1.24 – 14.84 طن/ هكتار/ سنة.

إن التعرية المائية و التعرية الريحية شائعة في المناطق الجافة وشبة الجافة و الشبة الرطبة من العالم وأصبحت مشكلة تتطلب حلول سريعة لان ذلك يؤثرعلى الإنتاج الزراعي خاصة في المناطق الجافة من العالم لما تشهد هذه المناطق من زيادة في السكان وحاجة ماسة للغذاء. إن ترب المناطق الزراعية والترب الغير مزروعة في العراق تتعرض لتعرية متزايدة (تعجيلية) بصورة أو أخرى نتيجة لسوء استعمال الإنسان للأرض. لذلك يتطلب إتباع طرق مناسبة للسيطرة أو الحد من التعرية في مناطق الزراعة الجافة.

3- ملوحة التربة وتملح الأراضي Saline soil and land salinization

الترب المتأثرة بالملوحة تتكون في المناطق التي يكون فيها تراكم الأملاح اكبر من إزالتها. حيث إن حركة الأملاح في القشرة الأرضية التي تحدث فيها التجوية تظهر خلال محلول التربة بدرجة رئيسية فان عملية تراكم الأملاح تحكم من خلال الموازنة المائية لأي منطقة معينة. العامل الرئيسي الذي يؤدي إلى تراكم

الأملاح هو عندما تكون كمية المياه المتبخرة اكبر من كمية الإمطار الساقطة والمسببة للصرف. لذالك فان جميع العوامل التي تساعد على زيادة التبخر من الماء الأرضي الذي بكون البزل فيها قليل تساعد على زيادة عمليات التملح.

إن الموازنة المائية لمنطقة معينة ونسبة التبخر إلى الصرف تعتمد على الظروف المناخية الجيومورفولوجية، الطبوغرافية، الهيدرولوجية والبيولوجية (الغطاء النباتي) علاوة على ذلك فان فعالية الإنسان الاقتصادية تعتبر عاملا اساسيا في التأثير على عملية التملح.

ومشكلة ملوحة الأراضي الزراعية هي مشكلة عالمية.

إن ماء الري يضيف ما يحتوي من أملاح للتربة المروية وحينما يتبخر قسم منة يسبب زيادة في الملاح فوق ما هو موجود في التربة. إما ما يتسرب للمياه الأرضية فيسحب معه جزء من زيادة هذه الأملاح ونسبة ما يسحب من هذه الملاح إلى ما يتبقى منها تكون كما مايلي:

أ- إذ كانت الملاح المسحوبة أكثر من الزيادة المضافة تحدث عملية الغسل وتنخفض الملاح تدريجيا مع الاستمرار بالغسل.

ب- إذ كانت الملاح المسحوبة مساوية للزيادة المضافة كانت أملاح التربة في حالة توازن وهي الحالة المطلوبة.

ج- إذ كانت الملاح المسحوبة اقل من الزيادة المضافة، يحصل تراكم في الأملاح وبالتالي تصبح الزراعة في هذه الأراضي غير مجدية اقتصاديا.

جدول تعتبر مشكلة ملوحة الأراضي الزراعية مشكلة عالمية أهميتها كبيرة لما لها من تأثير على الإنتاج الزراعي وان زيادة السكان في العالم كبيرة

لارتوازيماينتج من غذاء خاصة في الدول النامية لان الإنتاج يحدد بمستوى الملوحة في الأرض.

في مرحلة تصحر الاراضي الشديد والشديد جدا تؤدي فيه الأملاح إلى انخفاض في إنتاج المحاصيل إلى أكثر من 50٪ وفي حالة التصحر الشديد جدا تظهر طبقة سميكة من الأملاح على سطح الأراضي والترب تكون غير نفاذة للماء تقريبا وغير صالحة للإنتاج النباتي.

4- التلوث Pollution

إن ابسط تعريف للتلوث هو التدخل في نقاوة الهواء والماء والتربة، بسبب امتزاجها بالمواد الكيميائية المؤذية المتنوعة، وخاصة قذف الفضلات الصناعية فيها. ويسمى التدخل في نقاوة العناصر اعلاه أو إي تغير في خصائصها الأساسية تلوثا عندما يؤدي إلى عدم نظافتها مسببا الأذى بدرجات متفاوتة اعتمادا على تركيز المادة الملوثة.

مع إن مشكلة التلوث عاصرت الإنسان لقرون عديدة إلا إن القفزات الهائلة في التطور الصناعي للحضارة الحالية وخاصة في القرن العشرين وما تلاه جعلت هذه المشكلة ذات إبعاد حرجة.

يرجع تلوث الأراضي بطريقة تؤدي إلى إعاقة استغلالها بصورة عامة والاستغلال الزراعي بصورة خاصة إلى:

- وجود مخلفات الحرب من الآيات وتخريب سطح الأرض نتيجة للمواضع العسكرية والسواتر الترابية.
- وجود مواد سامة مثل مركبات الزئبق والزرنيخ والرصاص والكادميوم وغيرها.

- وجود بقايا المبيدات العضوية المخلقة وبدرجات مختلفة من التركيز.

(معلومات اكثر عن التلوث واسباب التصحر الاخرى في الفصول القادمة).

- وجود المواد الملوثة بالإشعاعات الذرية. التلوث من هذا النوع أصبح من المشاكل الرئيسية بالنسبة للدول التي تعرضه للحروب خاصة العراق الذي عانى منذ سنة 1980 ولحد ألان من الحروب وعدم الاهتمام والشعور بالمسؤولية مما تفرزه هذه الحروب من نواتج ضارة للبيئة بصورة عامة وللإنسان بصورة خاصة والكائنات الحية الأخرى بصورة عامة.

فلقد ازيلت وحرقت وجففت الاهوار في جنوب العراق و لقد قطع النخيل الكثيف المتنوع التمرعلى ضفاف شط العرب و حرقت وازيلت البساتين بنيران الأسلحة المختلفة على ضفتي شط العرب وكانت تلك الحالة كارثية ضارة للبيئة. أدى هذا العمل إلى تصحر مساحات واسعة ونزوح كبير للسكان من هذه المناطق بعدما كانت توصف بجنات عدن في الماضي السحيق وارض السواد في الجاهلية وصدر الإسلام وهي التي يقال في العهد العباسي أنها غابة متصلة من الأنواع المختلفة من الأشجار من بغداد إلى البصرة كما أنها هي نفسها التي أسكنت مابين 25-30 مليونا من البشر في رفاهية ونعيم ضربت بها الأمثال لقد بالغ الأجانب في وصف خصوبة التربة.

مؤشرات ومظاهر التصحر

The indicators and impacts of desertification

التصحر يحدث نتيجة لمجموعة من مؤشرات التدهور لا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، حيث الماء هو العامل الرئيسي الذي يحد من أداء

استخدام الأراضي على النظم البيئي. جميع أنحاء منطقة البحر الأبيض المتوسط تحمل حساسية مختلفة للتصحر لأسباب مختلفة. المناطق الحساسة للتصحر (Environmentally Sensitive Areas ESAs) في على سبيل المثال هناك مجالات وجود حساسية عالية لقلة سقوط الأمطار والظواهر المتطرفة بسبب انخفاض الغطاء النباتي، والمنحدرات الشديدة، ومواد الأصل قابل للتعرية، وما إلى ذلك من حساسية عالية يمكن أن تتصل أيضا لنوع من استخدام الأراضي التي يساعد لها مناخيا ذلك والتصحر في المناطق الهامشية من الناحية الطوبوغرافية. بالنسبة للحبوب على سبيل المثال المزروعة في المناطق الجبلية ذات التربة معراه تشكل تهديدا خطيرا للتصحر. وغلاوة على ذلك، هناك مجالات التي تعتبر حساسة للتصحر لأسباب خاصة، مثل خطر الحريق، التي تؤدي إلى حدوث الجريان السطحي وللتعرية مشاكل لبعض سنوات ؛ والبيئات الفيضان، حيث تذبذب مستويات قد تظهر مشاكل التملح والسمية، و مزارع الأشجار الغريبة، حيث تغطي الأرض وقد يؤدي إلى ارتفاع عائدات الجريان السطحي والرواسب.

ويمكن التمييز بين مختلف أنواع المناطق الحساسة التصحر ورسم خرائط باستخدام بعض المؤشرات الرئيسية لتقييم قدرة الأرض على تحمل مزيد من التدهور، أو مدى ملائمة الأراضي لدعم أنواع معينة من استخدام الأراضي. ويمكن تقسيم المؤشرات الرئيسية لتحديد المناطق الحساسة التصحر، والتي يمكن استخدامها على المستوى الإقليمي أو الوطني، إلى ثماني فئات تحدد صفات التربة والمناخ والغطاء النباتي، استعمال الارض و المؤشرات الاقتصادية والمؤشرات الاجتماعية والمؤشرات الصناعية و والمؤشرات الثقافية والمؤشرات السياسية.

هذه المؤشرات ودلائل يمكن اختصارها كما يلي:

1- هيمنـة نـوعِ النبـاتِ غـير المستسـاغ Dominance of unpalatable plant_ species

2- العواصف الغبارية Dust storms

3- نقص في أراضي المراعي Reduction of pasturelands

4- تكون الكثبان الرملية والرمال المتحركة Sand-dune formation and sand movement

5- انخفاض في خصوبة التربة Decrease of soil fertility

6- انخفاض الإنتاجية Decrease in productivity

7- على سطح التربة rust formation

8- الملوحة مستوى عـالي مـن المـاء الأرضـي وزيـادة High level of water table and salinization

9- انخفاض في الغطاء النباتي للتربة decreasing vegetation covers

10- خسارة دائمة في نوعِ النباتِ الأصـلية Permanent loss of indigenous plant species

11- بقايا الحرب مثل تخريب سطح الأرض بـالحفر الكـبيرة الناتجـة مـن عمـل السواتر والمواضع العسكري ووجود المواد المشعة و الألغام

War residues such as surface scars ،radio active materials, mines and great crater

12- العنف والنزاع الجماعي Group conflict and violence

13- التلوث البكتيري والفيروسي Bacterial viral Contamination

14- الصيد الجائر بالنسبة للبيئة المائية

15- طرق الصيد الغير مسموح بها مثل استخدام السموم والقنابل الصوتية وغيرها من الطرق الغير مسموح بها.

16- التلوث: تلوث الهواء والتربة تصل إلى الماء بالنتيجة النهائية بالإضافة لتلوث المياه مباشرة.

17- زيادة درجة حرارة المياه نتيجة للتغيرات المناخية.

18- المياه الواردة إلى شط العرب من نهري دجلة والفرات اخذت بالانحسار وقد ادى ذلك إلى تغيير المواصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه شط العرب وأعالي الخليج حيث بدأت الملوحة بالارتفاع مع انخفاض حاد في مخزون الاسماك وقد يؤثر ذلك سلبا على الاسماك المهاجرة باعتبار المنطقة موطن مناسب لتكاثرها.

19- تزال نتيجة للاسباب اعلاه الفايتوبلانكتون phytoplankton والت تؤدي بالنتيجة إلى تقليل الحيوانات المائية بصورة عامة وخاصة الأسماك. لأنها تعتمد عليها بغذائيه حسب السلسلة الغذائية.

20- ومؤشرات أخرى

المؤشرات البيئية Ecological indicators

وجود الكثبان الرملية المتحركة مما يعيق الأعمار والتعمير في المناطق المتواجدة فيها هذه الكثبان والمناطق الواقعة على خط تقدمها. وحدوث العواصف الغبارية بين فترة وأخرى و إن العواصف الغبارية وإزالة نسب متفاوتة من سطح التربة الغنية بالعناصر الغذائية وغطاء نباتي ضعيف جدا وانتشار الحشائش والأشواك الرديئة الضارة و زيادة في النباتات ذات القيمة الرديئة أو إن الأراضي مجردة من الغطاء النباتي تماما. وسطح الأرض مخرب

بجود أخاديد كبيرة على سطح التربة أو وجود إشكال متعددة من إشكال التعرية مما يتطلب تكاليف عالية في حالة الحاجة لاستصلاح هذه الاراضي والتي تسمى غالبا بأرض الموات badland. إي تم إزالة جميع التربة التي تمتاز بخواص فيزيائية وكيميائية وحيوية جيدة تساعد على قيام إنتاج نباتي جيد تحت الظروف المناخية السائدة.ووجود قشرة ملحية صلبة على تربة غير نفاذة للماء تقريبا وارتفاع ملوحة التربة إلى الحد الذي يؤدي إلى انخفاض إنتاج المحاصيل بنسب متفاوتة تصل إلى أكثر من 50 ٪. وتراكم المواد المنقولة بالمياه أو الرياح في قنوات المياه والموانئ والخزانات مما يؤدي إلى التقليل من كفاءتها وهذا يتطلب صرف مبالغ كبيرة سنويا لغرض تنظيفها. و وجود مواد سامة أو ملوثة إشعاعيا مما يؤدي إلى إعاقة استغلال الأرض لما تحدثه من إضرار كبيرة للبيئة وللصحة بصورة عامة وكثير من الظواهر البيئية.

المؤشرات المناخية Climatic indicators

معظم الأراضي الجافة لم تبدي إي تغير جوهري في مستوى التساقط في المناطق الجافة غرب الولايات المتحدة و جنوب أمريكيا الجنوب و جنوب إفريقيا والمناطق الجافة في استراليا جميع هذه المناطق دقت فيها نواقيس الخطر في القرن العشرين.

تحذير حدث أيضا في الأجزاء الشرقية من الشرق الأوسط والأقسام الغربية من مناطق صحراء أسيا ولكن التركيز كان على الصحاري في أسيا.

معظم الأراضي الجافة لم تبدي إي تغير جوهري في مستوى التساقط حيث توجد ظروف من الرطوبة في صحاري جنوب غرب أمريكيا الشمالية وصحاري غرب استراليا.

ولكن بعيدا في إطراف الصحراء لوحظ تغير في مستوى التساقط.

في هذه المناطق ان مستوى التساقط هبط بصورة حادة منذ أواسط الخمسينات وإن الانخفاض في معدل التساقط أدى إلى خسارة بشرية واقتصادية كبيرة في هذه المناطق. والحاجة تتطلب لمعرفة أسباب الانخفاض في معدل تساقط الإمطار.

المختصين في علوم الجو بينوا بعض الأسباب وهي تداخل درجة سطح البحر وحالة سطح الأرض و التغيرات الجوية العامة وتركيزا لغازات التي تسبب ظاهرة البيت الزجاجي جميع هذه الأسباب استعملت للتفسير التغير الملاحظ لمستوى التساقط محليا. مستقبل ارتفاع درجة الحرارة في مناخ المناطق الجافة من الصعوبة تعينه لان التنبؤ يعتمد غلى موديلات وتجارب افترضت إن درجة الحرارة سوف ترتفع في كل المناطق الجافة وفي كل الفصول.وهناك أدلة إن الدفء سوف يكون أسرع في الوسط إلى اعلى خطوط العرض. وان تنبؤات التغير المستقبلي بكمية التساقط يتضمن التأثير على الاختلاف في الامطار حيث تختلف من موديل إلى موديل ومن منطقة إلى منطقة وأخيرا حدود الثقة في تنبؤ التغير لكمية الإمطار في مساحات المناطق الجافة اقل مما هو علية بالنسبة لدرجة الحرارة. وان التنبؤ في الزيادة بدرجة الحرارة ربما يكون يزيد من معدلات التبخر والنتح الكامن Potential evaptransperation في المناطق الجافة وبغياب إي زيادة كبيرة من التساقط، فان كثير من المناطق الجافة يتوقع إن تصبح اكثر جفافا في القرن 21.

مؤشرات استعمال الارض Land use indicators

عدم استعمال تدابير جيدة في استعمال الارض حسب قابليتها وكما هو مبين من قبل دائرة صيانة الترب في الولايات المتحدة الأمريكية.

جدول (2) فئات قابلية الترب حسب دائرة صيانة الترب في الولايات المتحدة الأمريكية.

الفئة	قابلية التربة
1	أراضي جيدة التربة، مستوية جيدة البزل معرضة لتعرية خفيفة، يمكن زراعتها بأمان بإتباع الإدارة السليمة،
2	أراضي جيدة معتدلة الانحدار تتعرض لبعض التعرية تتطلب بعض وسائل صيانة الترب مثل الزراعة الكنتورية ومحاصيل التغطية وصيانة المياه.
3	أراضي متوسطة الجودة عرضة للتعرية بدرجة كبيرة يمكن زراعتها باستعمال وسائل الصيانة مثل عمل مصاطب والزراعة في شرائح و محاصيل التغطية.
4	أراضي متوسطة الجودة منحدراتها عرضة للتعرية الشديدة تتطلب التغطية الكاملة بنباتات العلف تعتبر أراضي حرجة لان إي إهمال يحيلها إلى مرتبة ادني ولكن إدامتها ممكنة بالإدارة السليمة.
5	أراضي مستوية لكنها لا تصلح للزراعة، تصلح أراضي رعي أو غابات.
6	أراضي تحتاج إلى غطاء كامل من المراعي أو الغابات.
7	أراضي تحتاج إلى غطاء كامل من المراعي للمحافظة عليها والى إدارة فائقة حتى في حالة الرعي.
8	أراضي وعرة إما جافة جدا أو رطبة جدا تصلح لإيواء الحيوانات البرية أو الاستجمام أو لحماية مساقط المياه.

المؤشرات الاقتصادية Economic indicators

ان المردود الاقتصادي لانتاج المحاصيل أو الانتاج النباتي منخفض جدا مقارنة بالاراضي الغير معرضة للتصحر كذلك الانتاج الحيواني مما يؤدي إلى انخفاض دخل الفرد والنخفاض في المستوى المعاشي في المناطق المتاثرة بالتصحر.

ويمكن ملاحظة الحقائق التالية:

- 69٪ أراضي معرضة للتدهور والتصحر من 5.2 مليون هكتار أراضي جافة مستخدمة بالزراعة حسب ما ورد بتقارير .UNEP.
- في إفريقيا 74٪ من الأراضي الجافة المستخدمة في الزراعة في شمال إفريقيا بدء فيها التدهور.
- الإنتاج العالمي للغذاء يجب إن يزداد أكثر 76 ٪ خلال إل 30 سنة القادمة وللاستمرار في المحافظة على الإنتاج بناءا على تقارير منظمة الغذاء والزراعة الدولية.(FAO) هناك مساحة بحجم الصين والهند 1.2 بليون هكتار تدهورت في الـ 50 سنة الماضية اغلبها في المناطق الجافة والشبه الجافة من الدول النامية.
- UNEP قدرت تكاليف تصحر الأراضي في العالم 42 بليون دولار أمريكي في السنة. منها في أفريقا 9 بليون و21 بليون في أسيا 5 بليون في شمال أمريكا و 3 بليون لكل من استراليا وأمريكيا الجنوبية و بليون في أوربا.

المؤشرات الاجتماعية Social indicators

ان انخفاض دخل الفرد يؤدي إلى حدوث مشاكل اجتماعية عديدة منها عزوف الشباب عن الزواج والبطالة وهجرة المزارعين من مناطقهم وحدوث مشاكل اجتماعية كثيرة مثل العنف والجرائم.

المؤشرات الصناعية Institutional indicators

عدم توفر المواد الخام للصناعات المحلية

المؤشرات الثقافية Cultural indicators

عدم الاهتمام بالتربية والتعليم وخاصة ارسال الاولاد إلى المدارس أو الاستمرار بالتعليم والنظافة وما يتبع ذلك من امراض.

المؤشرات السياسية Political indicators

الحروب والعنف وعدم القيام بادارة جيده للمناطق المعرضة للتصحر وعدم سن القوانين الخاصة بتظيم ادارة الاراضي والمياه و منع قطع الاشجار ومنع التلوث بجميع انواعة. فلقد ازيلت وحرقت وجففت الاهوار في جنوب العراق ولقد قطع النخيل الكثيف المتنوع التمرعلى ضفاف شط العرب وحرقت وازيلت البساتين بنيران الأسلحة المختلفة على ضفتي شط العرب وكانت تلك الحالة كارثية ضارة للبيئة. أدى هذا العمل إلى تصحر مساحات واسعة ونزوح كبير للسكان.

بالإضافة للتأثيرات الاقتصادية والبيئية السلبية الناتجة من التصحر. التصحر جزئيا هو السبب في هجرت السكان. لا توجد معلومات عن الناس التي تتركوا أراضيها عندما تتعرض إلى التصحر الشديد. تم تقدير ذلك بالملاين. 1/ 6 من سكان مالي Mali وباكينو فاسو Burkina Faso أزيحوا بسبب التصحر. وكذلك التصحر عامل من العوامل المساهمة في هجرت المكسيكيين إلى الولايات المتحدة الأمريكية.

كذلك التصحر يجبر فقراء الناس لاستخدام أراضيهم للحصول على ما

يمكن الحصول عليه لتغذية وسكن وتدفئة عوائلهم ومن غير المحظوظ الزراعة الجائرة وقطع الأشجار والعمال الغير مناسبة الذي يقومون به يزيد من التصحر وتجعل الناس للتفكير بالتحرك إلى مكانات أخرى لمساعدة أنفسهم. فقراء الناس اكثر تأثرا بالجو مثل الجفاف الذي يسبب المجاعة بينما الإمطار تؤدي إلى زراعة المحاصيل. سياسيا الفقراء ينفون في أغلب الأحيان إلى أكثر الأرض الحديةِ أو الهامشية. لعبَ التصحر دوراً في النِزاع المُسَلَّحِ في الأراضي القاحلةِ، بَعْدَ أنْ ساهمَ في عدمِ الاستقرار السياسيِ، مجاعة وتوقّف اجتماعي في الأماكنِ مثل الصومال.

التصحر والمعارضة الجماعية والعنف الجماعي:

Group conflict and violence

تضمين دراسة المعارضة الجماعية داخل اهتمامات علم البيئة (التصحر هو تدهور النظمة البيئية وقلة انتاجيتها) ولقد كان هذه ظاهرة تقليدية منذ فجر التاريخ والاقتصاد والعلوم السياسية وعلم النفس وعلم الاجتماع والعلوم السلوكية المرتبطة به ولقد كان لعلم البيئة القليل جداً يقوله عن المعارضة الجماعية فضلاً عما في الجماعات الحيوانية وربما تكون هذه مشكلة في حد ذاتها. ونعني بذلك فشل علماء البيئة وغير علماء البيئة على حد سواء في إن يهتموا بالعوامل البيئية في الصراع البشري ومع ذلك فأن هناك تزايداً في الوعي في تأثير العوامل البيئية في المعارضة والعنف.

أن العنف هو واحدة من عدة استراتجيات لرد الفعل الاجتماعي على التهديد البيئي على الظروف البيئية والتغير الاجتماعي باعتبارهما عوامل وراء العنف. العلاقات بين التزاحم الزائد والعدوان البشري والاستجابات الدفاعية

للتهديدات البيئية والاجتماعية. وبالاختصار يبدو أن الازدحام السكاني يزيد فقط من التهديد المنتشر على نطاق واسع للاستقرار الاجتماعي والممثل في الكتل من جماهيرنا الذين يعانون أساسا من عدم الثقة في مستقبلهم الشخصي والذين انعدمت ثقتهم في زحمتهم للحصول على مكان مأمون في مجتمعهم.

ان أهم اسباب الزيادات الكبرى في العنف الجماعي هو التذمر المنتشر للتطلعات التي حرمت منها المجتمعات بالنسبة للحاجات وظروف الحياة والتي يعتقد الناس انه حق من حقوقهم ولتوقعات الإنسان الشرعية مصادر عدة من بينها خبرته السابقة في الربح والخسارة ومثاليات الندرة أو الوفرة وحالة الجماعات التي ينتمي إليها والأكثر احتمالاً إن تتولد تطلعات جديدة وتذمر جديد في أوقات التغيير الاجتماعي... كما أن الشعوب التي تواجه أسرع تغير اقتصادي اجتماعي تكون أيضا معرفة لان تمارس أعلى مستويات العنف الجماعي.

الظروف البيئية والاجتماعية المثيرة للكآبة في أحياء المدينة الداخلية كدوافع للعنف، العاطلين عن العمل من الرجال والنساء والمدارس التي يتمرن بها الصبية بدل من تعليمهم حتى يتحولون إلى الشوارع وارتكاب الجريمة وتناول المخدرات والى الاعتماد على الرعايا الاجتماعية والى الشعور بالمرارة والنقمة عن المجتمع.

وتكون المرارة تجاه مجتمع مستقر عاملاً رئيسياً بكل تأكيد للعنف الأعمى وفي السنوات الأخيرة وفي اغلب الأحوال كانت تعود جرائم القتل الجماعية والتفجيرات بالقنابل وجرائم الخطف والعنف المدني إلى الخيط المشترك من المرارة المتطرفة ضد الظروف الاجتماعية السائدة. وفي حالات عديدة شعور

مرتكبو العنف الأعمى بأن ليس لهم مخرج آخر- فلقد حوصروا بضغوط اجتماعية هي من الشدة بحيث لم يكن غير العنف من وسيلة تمكنهم من الوصول إلى أهدافهم مما يوحي بأن العنف الأعمى والإرهاب ليسا في الحقيقة ألا مظاهر ضغط سكاني مفرط وقلق اجتماعي- وهذه تمثل مصباً للقوة البيئية والنفسية. ومما لا مبرر له في هذه المرحلة اعتبار المفاهيم البيئية للعنف على أنها علاقات مثبتة ومفهومة بصورة واضحة على أساس أن العوامل السياسية والاجتماعية والاديولوجية تلعب مثل هذه الأدوار الرئيسية في الصراع البشري وبالرغم من أن هذا فأن أهمية العوامل البيئية في طريقها لان تصبح أكثر وضوحاً إذ هي بكل تأكيد بحاجة إلى دراسة أكثر دقة.

إن الصلة بين البيئة والحروب لم يكتمل إدراكها بصورة عامة على الرغم من أنها قد تكون أكثر وثاقاً مما هو متوقع وبكل تأكيد تمثل الحروب شكلاً هو غاية في التعقيد كما هو عالي التنظيم الصراع الجماعي. ولكن ليس من الضروري ان يطمس تعقيدها المفجع تلك الحقيقة، أن العوامل البيئية تبرز في أسباب قيام الحروب وكثيراً ما كانت أطماع توسعية والحاجة إلى الموارد والتنافس بين الجماعات وصراعات القوة بين الجماعات هي العناصر المسببة في تاريخ الحروب وبتغيرات أساسية فأنها كلها تعود إلى التفاعلات الاجتماعية البيئية بين الشعوب (Goldsmith,1974) قد قامت 278حرباً رئيسة في العالم من عام1480-1940اي فترة زمنية مدتها 460 عام وهذه كانت تمثل معدل مقداره 6حروب في كل عشر سنوات بمتوسط زمني مقداره 1.6سنة لكل حرب ومن بين هذه الحروب صنف 48٪كحروب (توازن قوي Balance of power) أي الصراعات على مراكز ومراتب السيادة بين الدول، 28٪كانت حروب أهلية أي صراعات داخل المجموعة 16٪كانت حروب امبريالية أي حروب توسعية

إقليمية، وكانت 8٪ فقط من المجموع حروب دفاعية بمعنى أخطاء غير تحفظية حيث تعتبر كل من المجموعتين نفسها مهاجمة ودخلت الحرب بالشعور الدفاع. وعلى الرغم من أن المرء يجب أن يكون حذرا عند أبراز أوجه الشبهة بين سلوك الحيوان وسلوك الإنسان فإنه من المدهش أن هذه هي أساسا نفس أسباب العدوان في المجتمعات الحيوانية والتي صراعات إقليمية وخلافات على السيادة والمستوى الاجتماعي والدفاع العدواني عندما تتعرض للتهديد أن مساهمة علم البيئة في تفهمنا للسلوكيات الاجتماعية كتلك المعقدة وذات الارتباط بالثقافة مثل الحروب تكمن في مبدأ تحليل النظم الذي يميز علم البيئة، أي دراسة نظامية لجميع العلاقات الأساسية للمجموعات الاجتماعية بالنسبة لبيئتها وتتطلب وجهة النظر هذه أن تدرس النواحي الفيزيائية والإحيائية والاجتماعية للبيئة باعتبارهم متفاعلة بعضها مع بعض وليست واضحة إذ إن الأسئلة البيئية التي يمكن أن تتأثر بخصوص صراع الدول هي:

ما هي الموارد اللازمة الأساسية واتجاهاتها الاجتماعية وحاجاتها الاجتماعية والبيئية المنتظرة وطموحاتها الاجتماعية والاقتصادية وأنماط تنافسها وتعاونها؟

بالإشارة إلى تاريخ الحرب في القرن العشرين لم يحدث في التاريخ أن اقتحمت الدول نفسها بهذا العدد وفي جميع أنحاء العالم بهذه القوة وبهذا الإصرار نحو ذلك المثل الأعلى. وهو سلام العالم. ومع ذلك لم يحدث من قبل أن أشعل هذا العالم بهذا العدد من الحروب وعلى نطاق بهذا الاتساع. هذا الذي يبدو تناقضاً يستطيع بلا شك سياسيون شرحه ببعض الفلسفة مثل الافتقار إلى الاعتمادات التي يمكن بها انجاز استراتيجياتها لصنع السلام. وربما ما من احد يستطيع حتى أن يتقبل الاحتمال بأن الاستراتيجيات نفسها هي التي كانت خطأ

وإنها كانت مبنية على عدم تفهم كل المشكلة التي كان المفروض أن تحل وعلى الرغم من الأحداث السياسية التي كانت عادة تطلب الرصاصة الأولى للعمل الحربي إلا أن هناك عوامل بيئية أكثر أهمية تشمل الظروف البيئية والاجتماعية على سواء تلك التي تكون قد رسخت الأساس ووضعت المسرح الذي مثلت عليه مثل هذه الأحداث الحربية. وقد نتج العديد من الحروب الكبرى في التاريخ من حالات فشل تكيف بيئي شديد. وكان للبعض في أعماق قلوبهم نزعة نحو التوسع الإقليمي والاقتصادي في مجتمع دولي متنافس. ولقد كان من بين الأعراض الكثيرة الحدوث لعدم التوازن الاقتصادي الذي فجر الأحداث السياسية المؤدية إلى الحروب تزايد سريع في عدد السكان أو اقتصاد متدهور أو نوع من التضخم وقد كان وراء هذه الأزمات الاقتصادية والسياسية صعوبات بيئية أكثر أهمية من بينها نقص الطعام أو الغذاء أو ضيق المكان أو ضعف الموارد الأساسية ولقد نشأت بعض من أهم الصراعات الحربية السياسية في القرون الحديثة كاستجابات بشرية لظروف اجتماعية وبيئية غير مرضية كلياً.

ففي الصين على سبيل المثال في العشرينات والثلاثينات أصبحت ظروف الحياة من السوء بحيث قامت ثورة سياسية لإعادة تركيب النظام البيئي والاجتماعي الكلي واتخذ العديد من الثورات هدفاً منصوص عليه إعادة توزيع منتجات الأرض مصحوباً بإعادة تنظيم كامل للمعاهد الاجتماعية تربط الناس بعضها ببعض وتربطها بالأرض ولقد كان مأساوياً ومكلفاً أن تجر المحاولة للسيطرة على هذا الغليان الاجتماعي الكبير ومقاومته العمل الحربي وحده إذ يحتاج هذا الغليان تفهم أعمق واستجابات أكثر أهمية من العنف والعدوان ولا يمتلك علم البيئة جميع الإجابات ولكن يجب أن يعد واحداً من النظم العديدة المسؤولة عن منع الحروب والبحث عن السلام.

ثانيا: تصحر البيئات المائية Aquatic desertification

يعرف المؤلف تصحر البيئات المائية بـأنه ظاهرة تدهور البيئات المائية نتيجة لفعاليات الإنسان المرافقة لأنواع مختلفـة مـن التلـوث و الصـيد الجـائر و طـرق الصيد الغير مسموح بها و زيادة درجة حرارة المياه وغيرهـا مـن الاسـباب الـتي تؤدي إلى تدهور البيئات المائية.

اسباب تصحر البيئات المائية

1- الصيد ولاستثمار الجائر. Over fishing or over exploitation

تستغل البحار والمحيطات بحالة لم يسـبق لهـا مثيـل. وقـد وصـلت معظـم مناطق العالم الصيد البحري بالفعـل بأقصـى إمكانـاتهم ليلـتقط الأسمـاك، مـع غالبية الأسهم بالفعل استغلا كاملا.

وتستخدم بشكل كامل حوالي 50 ٪ وآخر 25 ٪ من الإفراط في صـيدها، ولم يتبق سوى 25 ٪ مع بعض المحتملة لصيد الأسماك زيادة. الصيد الجائر يهدد ليس فقط على التوازن واستمرارية النظام البيئي البحري، ولكن يقلل من النمو الاقتصادي ويقوض الأمن الغذائي وسبل العيش للناس في المناطق الساحلية، لا سـيما أولئـك الـذين يعيشـون في البلـدان الناميـة (Abdulla, H. J. 2012). وقد واجهت الجهود الرامية إلى تحسين حفـظ وإدارة مصـايد الأسمـاك في العـالم بزيادة في أنشطة الصيد غـير المشـروع وغـير المبلـغ عنـه وغـير المـنظم في أعـالي البحار، في مخالفة لحفظ وإدارة التدابير التي اعتمدتها منظمات مصـائد الأسمـاك والترتيبات الإقليمية وفي المناطق الخاضـعة للولايـة الوطنيـة في انتهـاك للأنظمـة الدول الساحلية.

يرتكب هذا النوع من الصيد على حد سواء من جانب سفن من الدول الأعضاء في المنظمات الإقليمية لإدارة مصايد الأسماك، في بعض الظروف التي ترفع أعلام الملاءمة، وكذلك سفن الدول غير الأعضاء في تلك المنظمات. ويعتقد أن المشكلة تفاقمت بسبب القدرة المفرطة للأساطيل، ودفع الإعانات الحكومية، طلبا قويا على السوق لمنتجات معينة من الأسماك ومراقبة فعالة والمراقبة والإشراف.

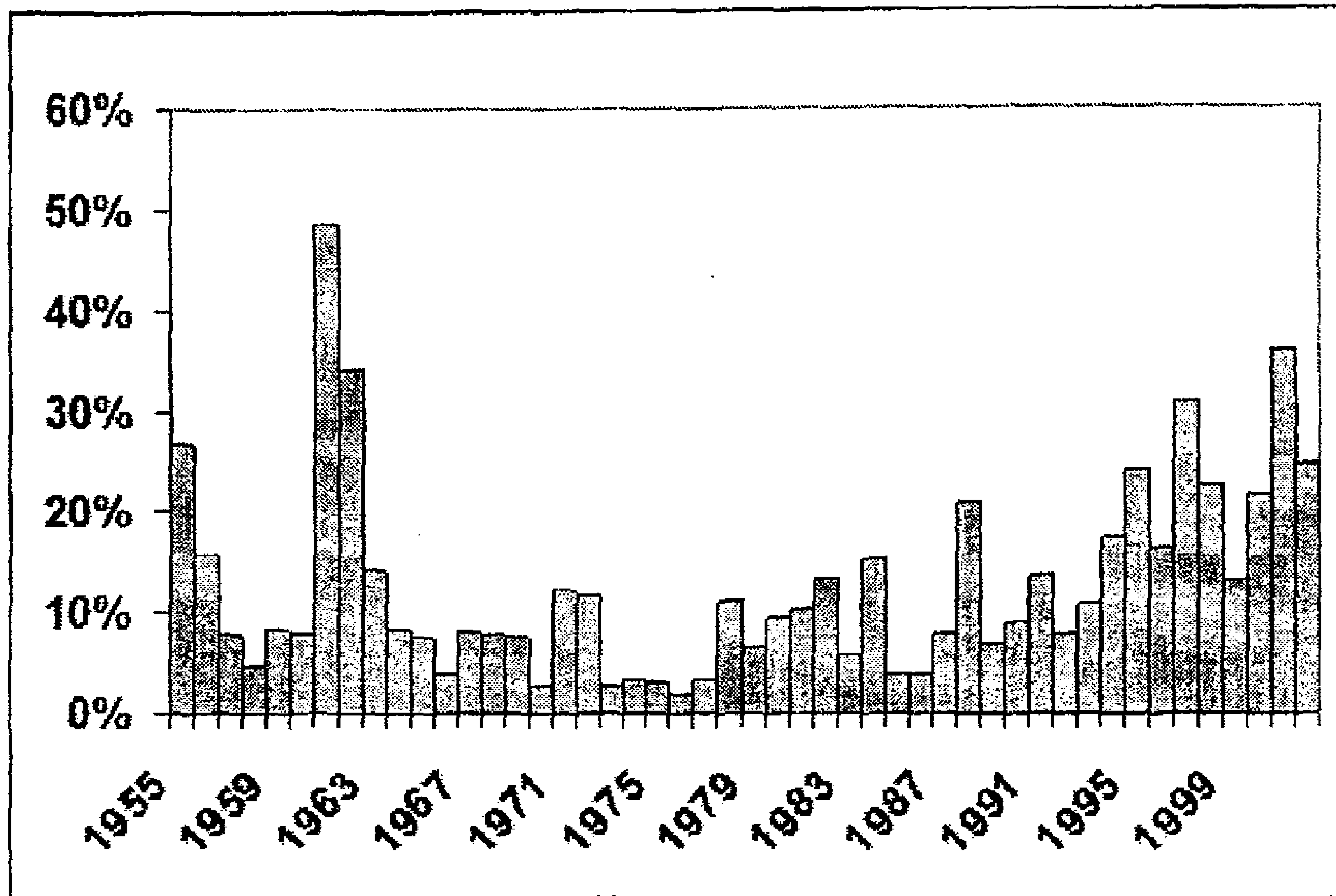
العديد من الدول الساحلية، بسبب محدودية الموارد، لا تملك القدرة على فرض تدابير الحفظ وإدارة مكافحة الصيد غير المصرح به. وأثارت هذه الآثار الضارة لهذا النوع من الصيد على الحكم الجيدة لمصايد الأسماك في العالم، وكذلك على اقتصادات والأمن الغذائي للدول الساحلية، ولا سيما الدول النامية الساحلية، والمجتمع الدولي على اتخاذ تدابير لمكافحته على الصعيدين الوطني والإقليمي والعالمي.

وقد أدى استنزاف الأسماك الناضجة إلى زيادة كبيرة في كثافة الصيد وزيادة في عدد من الأحداث وغير أسماك الطعام القبض عليها تجاهل مجمل معدل 25 ٪، ولكن في بعض الأنواع معدل أعلى بكثير، وبلغ الذروة في الروبيان بشباك الجر حيث يتم تجاهل 84 ٪ من المصيد من حيث الوزن. وعلى عكس الأسماك الثدييات تستمر في الزيادة في الوزن بعد النضج، وزيادة إنتاج البيض في الوزن نسبة إلى وضع علاوة على أقدم الأسماك للحفاظ على السكان. لذلك زيادة في ضغط الصيد ليس فقط يخفض معدل التكاثر، ولكن قتل أنواع التبعية، والعرضي يعطل السلسلة الغذائية بأكملها.

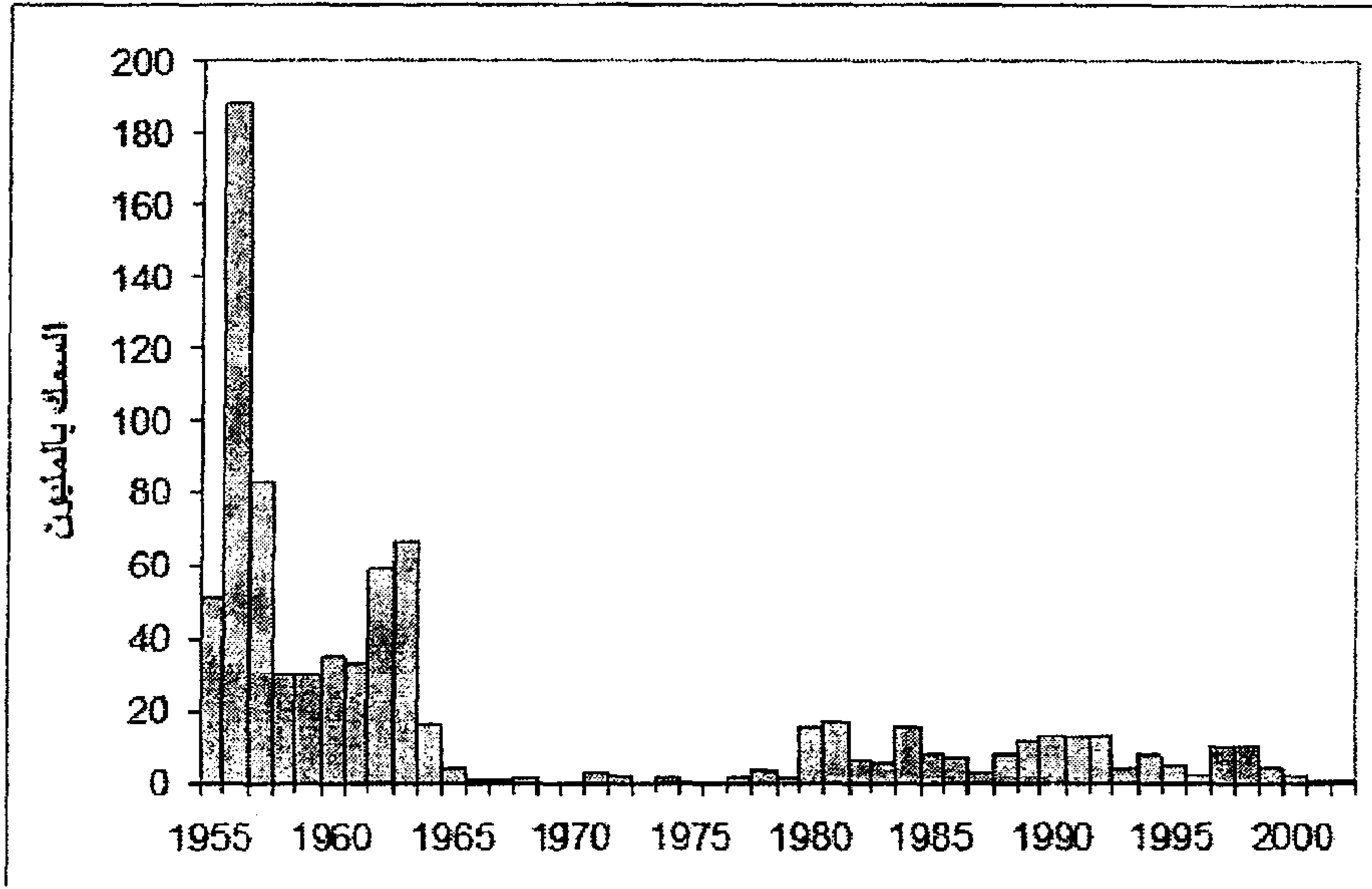
الشكل (8) هبطت أعداد سمك من جنس الرنكة الأطلسي (الأعمار+1) من قبل مصايد الأسماك الحد.

الشكل(8) أعداد سمك من جنس الرنكة الأطلسي (الأعمار + 1) معدل بعد، 2000

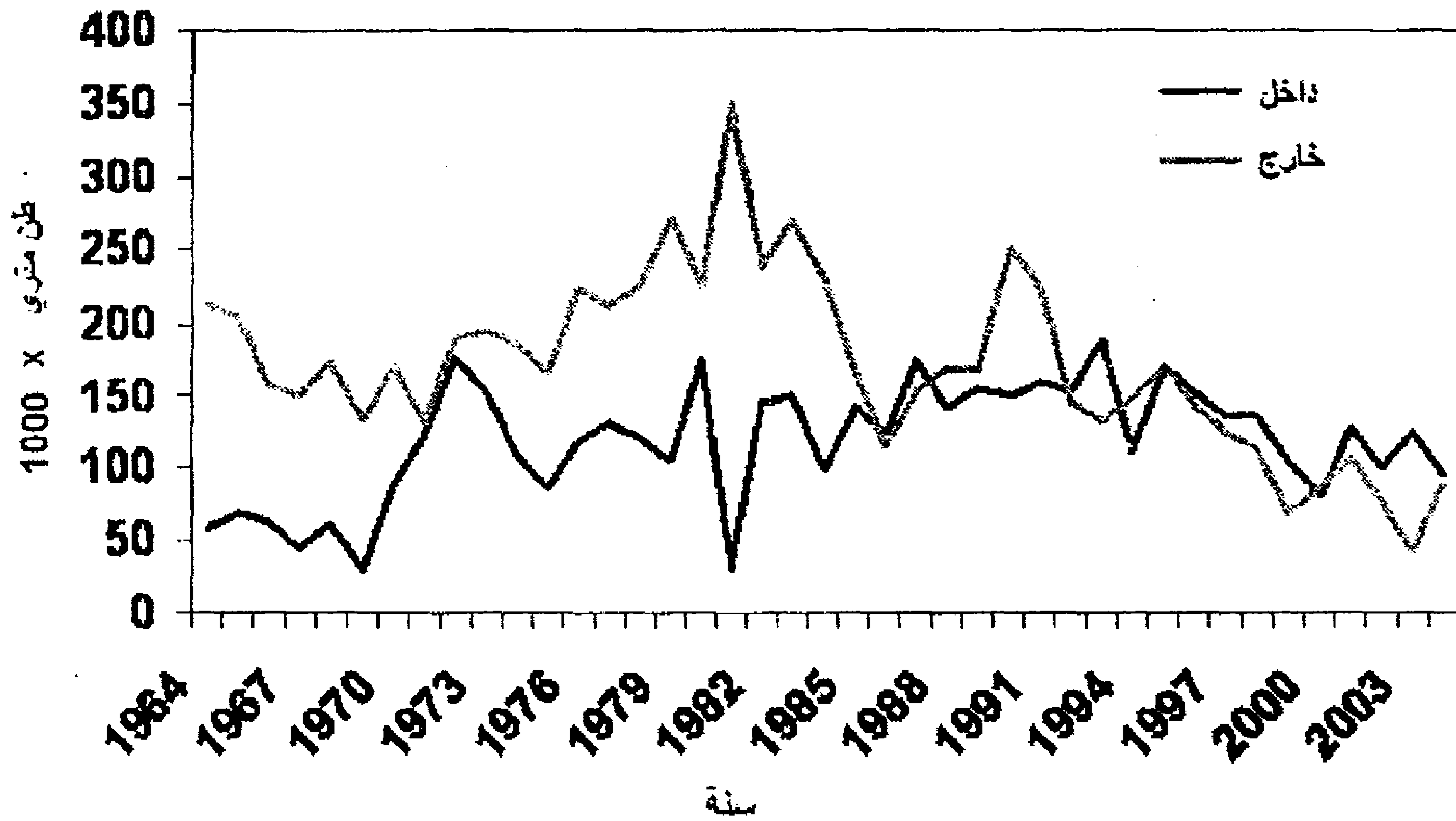
FAO ،http://apps.fao.org/default.htm



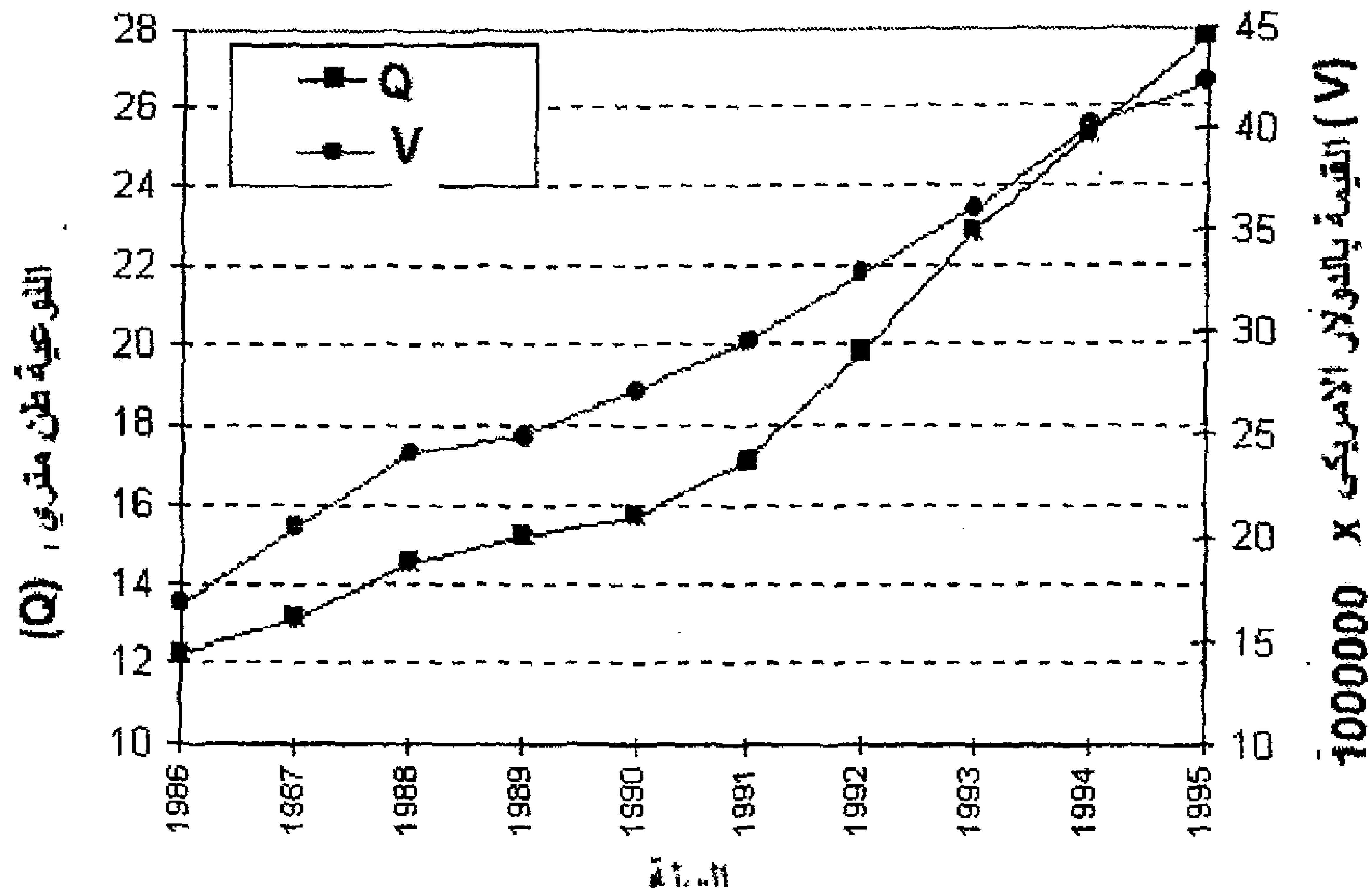
الشكل(9). النسبة المئوية للسمك من جنس الرنكة سن 3 + (الأسماك ناضجة تماما) (عدد). معدل بعد، FAO ، http://apps.fao.org/default.htm1999



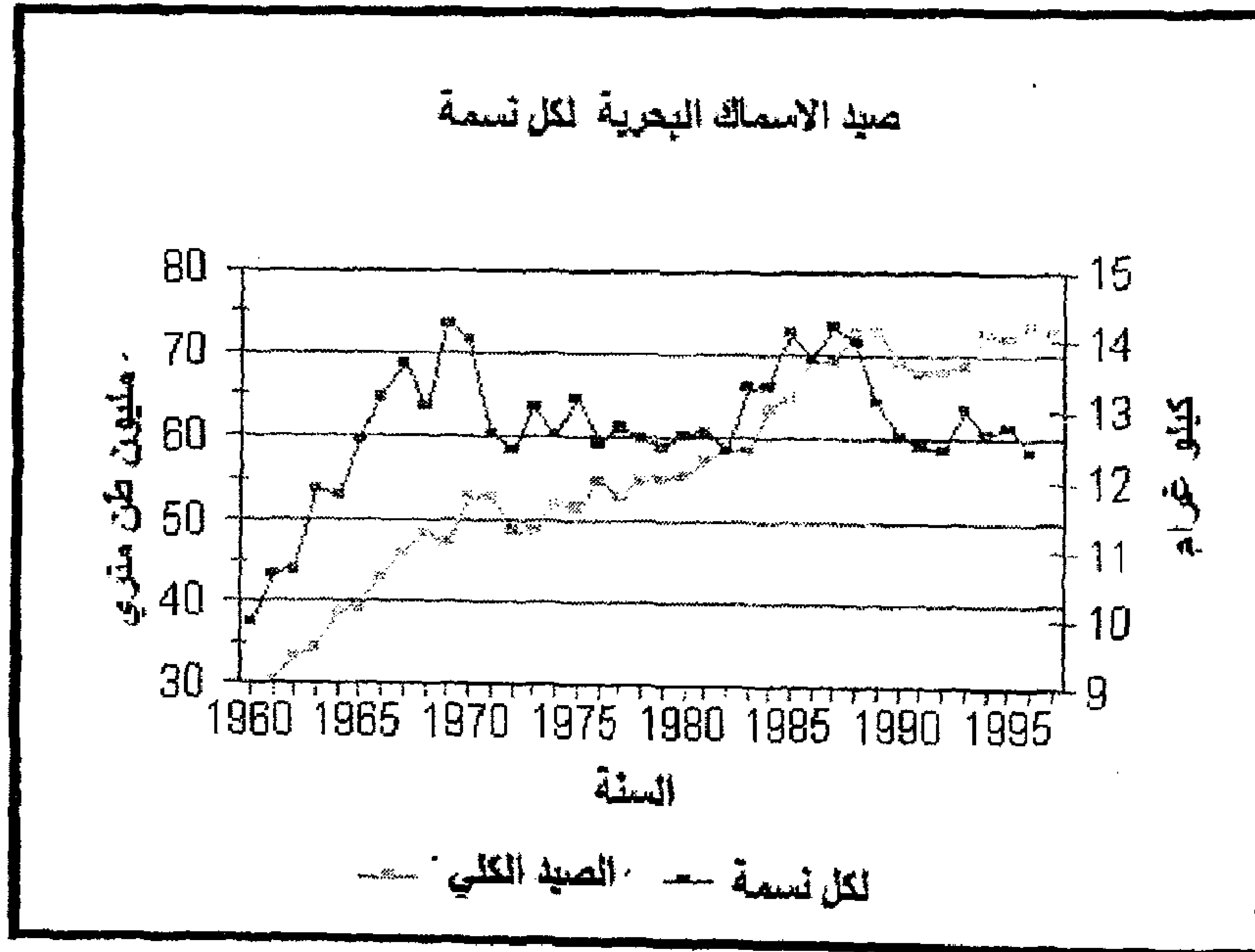
الشكل(10). مجموع الأعمار + 5 سمك من جنس الرنكة الأطلسي (عدد). معدل بعد، FAO ، http://apps.fao.org/default.htm2000



الشكل (11) انخفاض السمك من جنس الرنكة (الوزن بالطن المتري) من داخل وخارج خليج تشيسابي معدل بعد، http://apps.fao.org/default.htmFAO,2003



شكل (12) اعتمادا على تقارير FAO الخط الاحمر يبين قيمة الغذاء بالدولار الامريكي سنة 1986الى 1995 والازرق انتاج الاسماك بالطن المتري. FAO report، 1995



شكل (13) صيد الاسماك في البحار للفترة 1986 إلى 1995 الكمية الكلية الخط الازرق والخط الاحمر لكل القيمة بالدولار الامريكي x 1000000.

FAO,1995, http://apps.fao.org/default.htm, معدل بعد

حسب تقارير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في 1995 حالة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في العالم، 2002 ان الفترة الطويلة من الصيد المستمر، وطلب السوق على الأسماك والتطورات الهائلة في تكنولوجيا الصيد- قاد أكبر الأساطيل، لفتح مصانع السفن في المحيطات، واستخدام خطوط الشفافة والشباك والشباك العائمة الضخمة و سفن صيد الأسماك في قاع البحار والإلكترونية ساعدت على زيادات في الصيد السنوي. ومع ذلك، أسطول الصيد العالمي له القدرات ما يقرب من ضعف. ادى ذلك إلى انخفاض مستوى الأنواع التي كانت متوفرة سابقا الغذائية (مثل سمك القد) واخذ باصطياد أصغر الأنواع التي كانت تعتبر "الطعم" أو كانت المواد الغذائية لأكبر الأسماك التي لم تعد متوفرة بما يكفي لصيد. "75٪ من الأسماك البحرية الرئيسية نضبت نتيجة للاستغلال المفرط أو صيدها في الحد من قدرتها على التنوع تعتبر الأسماك مصدرا رئيسيا للبروتين الغذاء لمليارات من الناس لهم والحيوانات المستأنسة وايضا صيد الأسماك للفرد الواحد لم يعد زيادة.

جدول (3) انتاج الاسماك في بلدان مختلف بالطن سنة 2000 (معدل بعد منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة- 2000)

انتاج صيد الاسماك ، 2000	
البلد	طن
الصين	17000000
بيرو	10000000
اليابان	50000000
امريكا	47000000
شيلي	43000000
اندنيسيا	41000000
روسيا	40000000
الهند	36000000
تايلاند	29000000
النرويج	27000000
ايسلاند	20000000
الفلبين	19000000

2- طرق الصيد الغير مسموح بها

طرق الصيد الغير مسموح بها وذلك باستعمال السموم والطعوم السامة واستخدام القنابل الصوتية وغيرها من الطرق التي تضر جميع الكائنات الحية المائية صغيرها وكبيرها ويؤدي ذلك إلى تصحر هذه البيئات.

3- التلوث:

تلوث الهواء والتربة تصل إلى الماء بالنتيجة النهائية بالإضافة لتلوث المياه مباشرة التلوث الشديد يضر جميع الكائنات الحية المائية صغيرها وكبيرها ويؤدي ذلك إلى تصحر هذه البيئات ايضا. على سبيل المثال للنمو الهائل و المتواصل في جمهورية الصين الشعبية منذ السبعيناتثمنا من الأراضي في زيادة تلوث التربة. الدولة لحماية البيئة وتعتقد الإدارة أن يكون خطرا على البيئة وسلامة الأغذية والزراعة المستدامة. وفقا لأخذ العينات العلمية 150 مليون ميل (100000 كيلومترا مربعا) من الأراضي الصينية المزروعة تكون قد تلوثت، مع استخدام المياه الملوثة في ري مزيد من 32500000 ميل (21670 كيلومترا مربعا) وغطت 2000000 ميل (1300 كيلومتر مربع) أو دمرت من جراء النفايات الصلبة. وفي المجموع، المنطقة العاشرة لحسابات واحد من الأراضي الصالحة للزراعة في الصين، ومعظمها في المناطق المتقدمة اقتصاديا. الملوثة ويقدر أن 12 مليون طن من الحبوب من المعادن الثقيلة في كل عام، مما تسبب في خسائر مباشرة تبلغ 20 مليار يوان (2.57 مليار دولار)..

التلوث النفطي

النفط هو أخطر أشكال الملوثات البحرية. وتأثيرها ليس الأكثر ضررا هو استمرار حدوث التسرب النفطي وليس هو المصدر الوحيد للتلوث النفطي.

النفط تجد طريقها إلى البحر من خلال طرق عديدة مثل السيارات، وتصريف النفايات من الصناعات الثقيلة، وأيضا من المنشآت البحرية. حتى يمكن أدنى نوع من التلوث قتل يرقات الحيوانات البحرية وتنتشر الأمراض أيضا. المكونات الكيميائية للزيت يسبب تغييرات physicological في الكائنات الحية مما يؤدي إلى تغييرات في السلوك. الملتصق على الجسم من الكائنات البحرية مما يجعلها غير قادرة على أداء بعض المهام الضرورية. طيور البحر هي الأكثر تضررا من جراء التسربات النفطية والنفط الملتصق على لأجنحتها، جعلها غير قادرة على تطيران. كما ان كثافة النفط أقل من المياه، يطفو وتشكيل غشاء سميك غير مسموح به. هذه طبقة سميكة يمنع الكائنات البحرية على الطوفان إلى السطح لأشعة الشمس والأكسجين، وفي النهاية سوف تقتل. كما طبقة سوداء وغامضة، لا يمكن لأشعة الشمس بالمرور عبر السطح. هذا يمنع النباتات البحرية للاستفادة من ضوء الشمس في تكون الطاقة.

شكلت كرات القار بسبب تخثر من النفط والمياه وغيرها من الحطام هو غسلها على الشاطئ، مما تسبب في ضرر لحياة الإنسان والساحلية التي تعتمد على المياه والشواطئ من أجل الغذاء. في الجدول التالي أمثلة للأسماك التجارية المهمة في العالم، توزيعها وموطنها

اضرار التلوث بالنفط:

1- حجب ضوء الشمس والتأثير على عملية التركيب الضوئي خاصة اذا كانت البقعة راكدة نوعا ما بسبب سكون الريح.

2- منع تنافذ الغازات والتأثير على كمية الاوكسجين المذاب.

3- سام عندما تتغذى الاسماك والطيور علية.

4- الالتصاق بالاحياء المائية والطيور مما يؤدي إلى هلاكها.

5- التأثير على الحياة في قعر المحيط عند نزول النفط إلى القعر بفعل زيادة وزنه.

التدمير الكبير للسواحل وقتل النباتات المفيدة الموجودة في المياه الضحلة الموجودة بالقرب منها.

زيادة درجة حرارة المياه:

يعرف التلوث الحراري للماء بانه قذف الحرارة الزائدة في الاجسام المائية. تعمل الزيادة في درجة حرارة الجسم المائي بعد تلوثه بالحرارة إلى خفض كمية الاوكسجين المذابة في الماء نظراً للتناسب العكسي بين قابلية ذوبان الغازات في الماء ودرجة الحرارة. ان نقصان الاوكسجين المذاب سيؤدي إلى ان بعض اشكال الحياة المائية قد تنعدم من الجسم المائي الملوث بالحرارة.

تستعمل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعامل الحديد والصلب ومعامل تكرير النفط والصناعات العديدة الاخرى كميات كبيرة من المياه لاغراض التبريد. اي ان الحرارة الزائدة فيها تنتقل إلى الماء. ويجب ان نذكر بهذا الخصوص ان محطات توليد الطاقة الكهربائية المسيرة بالوقود النووي تحتاج على الاقل ضعف الكمية ماء التبريد التي تحتاجها محطات توليد الطاقة الكهربائية الاعتيادية لانتاج المقدار نفسه من الطاقة الكهربائية.

تؤثر التبدلات الكبيرة في درجة الحرارة بشكل ملحوظ على اصناف الحياة المائية وخاصة الحيوانات ذوات الدم البارد التي لا تتمكن من الموازنة السريعة حيث حدوث تغييرات فجائية في درجة حرارة الماء. كما نلاحظ ان معدل درجة حرارة اي جسم مائي لها علاقة مع نوع الحيوانات والنباتات التي يمكنها ان تعيش وتتكاثر في هذا الجسم المائي.

زيادة الفضلات المستهلكة الأوكسجين

لا يمكن الاستغناء عن الاوكسجين المذاب في الماء (Dissolved oxygen D.O.) حتى في حالة انخفاض تركيزه دون مستوى معين لإدامة الحياة المائية - الحيوانية والنباتية - ويتوقف بقاء هذه الاحياء على قابلية الجسم المائي- نهر، بحيرة أو بحر- لتزويد تركيز بحد ادنى من الاوكسجين المذاب يكفي لإدامة اشكال الحياة المائية في هذا الجسم المائي، تحتاج الاسماك النسبة الاعلى من الاوكسجين المذاب تليها اللافقاريات ثم البكتريا والنباتات ويجب ان لا يقل تركيز الاوكسجين في المياه الدافئة عن 5 ملغم باللتر (5 جزء بالمليون) لإدامة حياة الاسماك في حين يجب ان يكون اكثر من ذلك بقليل (6 اجزاء بالمليون) في المياه الباردة تعتمد درجة اشباع الماء من الاوكسجين المذاب على درجة حرارة الماء وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر عندما تكون مستويات BOD عالية يعني وجد انخفاض في مستويات الأوكسجين المطلوب DO. هذا بسبب الطلب العالي للأوكسجين من قبل البكتريا المحللة إذ تأخذ الأوكسجين المذاب في الماء. وإذا لم توجد فضلات عضوية في الماء بهذه الحالة لا توجد إعداد من البكتريا المحللة وBOD مستويات تكون واطئة ومستويات الأوكسجين المطلوبDO تكون عالية.

والتلوث البحري وآثاره الضارة

جميع انواع التلوث ترجع اخيرا إلى البحار و المحيطات حيث يسبب تلوث الهواء =20٪ من تلوث مياه المحيطات وسائط النقل في المحيط 10= ٪ وفضلات المصانع 10= ٪ والسيول من المزارع =20 ٪ وفضلات المجاري (Sewage) = 30 ٪ والنفايات Litter= 5 ٪ والنفط = 5٪ التلوث البحري هو

مصطلح خلقته عوامل عدة ادت إلى الحالة المتداعيـة الان في البحـار مصـادره كثيرة ولكن الحلول قليلة. لأن المحيطات هي جزء من السلسلة الغذائية، والتلوث البحري يؤثر على أطياف واسعة من الأنواع، بما في ذلك البشر. المحيطات والحياة البشرية لا فكاك منه بحيث تتشابك أن آثار التلوث البحري واضحة بشكل كـبير على حياة الإنسان.

الآثار التي تحدث في مختلف أنحاء العالم تشمل ارتفاع درجة حرارة الارض وذوبان القمم الجليدية القطبية، وانقراض الأنـواع البحريـة المهـددة بـالانقراض وغيرها ما هي هذه الآثار التي تسببها وكيف الأنواع المهددة بالانقراض البحريـة تنقرض وكيف التلوث البحري تؤثر على السلسلة الغذائية و دعونا استكشـاف المصادر الرئيسية للتلوث الإنسان وكيفية تأثر المحيطات به. بالإضافة إلى ذلك من العناصر الغذائية والكائنات المسـببة للمـرض عنـدما يـتم الـتخلص مـن المـواد العضوية في البحر، هذه المسألة يمتص الأكسجين المذاب ممـا يقلـل مـن مسـتوى الأكسجين في المحيطات التي تتطلب الكائنات البحرية. هذه المواد العضوية يغذي أيضا ازدهار الطحالب التي هي بالفعـل موجـودة في الميـاه، وحفـز نموهـا. هـذه الطحالب المتحللة ليس فقط يستنزف محتوى الاكسجين ولكـن أيضـا إطلاقـات المواد السامة التي تضر الكائنات البحرية. ويمكن أن أدخل السموم حتى السلسلة الغذائية من خلال الأسماك أو الكائنات البحرية الأخرى، والتي بدورها، يمكـن أن البشر السم. المصـادر الرئيسـية للتلـوث المـواد العضـوية ومحطـات الصـرف الصحي، والحراجة الزراعية، وأكاسيد النـيتروجين مـن الهـواء أيضـا السـيارات ومحطات الطاقة. تزهر الطحالب التي تتغذى على مياه الصرف الصحي الإنسـان الأسباب أيضا تلون المياه نتيجـة لتحلـل المـادة. ازدهـار الطحالـب يمكـن خنـق

خياشيم الأسماك والسم حتى بينها وبين المواد الكيميائية التي تم إنشاؤها من عملية التحلل.

الإنسان الصرف الصحي تحتوي أيضا على البكتيريا والجراثيم التي تلوث المناطق الساحلية التي تتراكم على الشواطئ والشواطئ. وهذا قد أدخل حتى السلسلة الغذائية أو انتشار الأمراض مثل الكوليرا والتيفوئيد، أو غيره من الأمراض الخطيرة. واحد أكثر من مصدر مسببات الأمراض هي المياه المستخدمة لغسل الماشية التي يتم التخلص منها في البحر. هذه المياه تحتوي على مستوى عال من الجراثيم والبكتيريا.

أيضا، والكائنات المحيط مثل المحار، وبلح البحر والبطلينوس التي تستهلك كغذاء لديها ميل للتركيز الجراثيم في حدسهم. واستهلاك هذه الأغذية تزيد من احتمال التسمم الغذائي، وخلق مخاطر صحية محتملة لكثير من الناس في جميع أنحاء العالم.

الكيمياء المشعة، والتلوث الحراري

المواد المشعة المهملة من الغواصات النووية والنفايات العسكرية مصدرا رئيسيا من النشاط الإشعاعي في المحيطات، والذي يسبب أذى فادح في الحياة البحرية (الملاح، قدامة عبدالله وعذاب طاهر الكناني، 1992). ويمكن أيضا إدخال السلسلة الغذائية وبعض الكائنات الحية مثل الأسماك شل تركز النشاط الإشعاعي في أجسامهم التي يتم استهلاكها في وقت لاحق من قبل البشر المبيدات الحشرية مثل D DT، والكلور الخ تدخل إلى المحيطات من خلال مياه الصرف الصحي وتصريف المدينة الصناعية من المزارع والغابات. يتم امتصاصها بسهولة بواسطة المبيدات الكائنات البحرية يسبب العديد من العيوب والمشاكل

التكاثر. المبيدات التي تدخل في السلسلة الغذائية تشكل مخاطر كبيرة للبشر الذين يستهلكون الأسماك والمأكولات البحرية..

التلوث الحراري هو التغير في ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة المياه من المصادر الصناعية. الفرق في درجات الحرارة يؤدي إلى قتل الشعاب المرجانية والكائنات البحرية الأخرى الحساسة التي ليست متطورة للتعامل مع درجات حرارة مختلفة.

اظهرت الدراسات الحديثة وجود تأثيرات كبيرة للهيدروكاربونات المشعة على الاحياء البحرية الصغيرة بما تسببه لها من تحطيم خلوي (Cell damage) ثم الموت وخاصة في الادوار الاولى من حياتها. وتؤثر الهيدروكاربونات الاروماتية احادية.

الرواسب، واللدائن، والأنواع الاخرى الغريبة و الرواسب من الحفر والتعدين يجعل غائم مياه البحر، ومنع أشعة الشمس للوصول إلى النباتات البحرية في قاع البحر (مثل الكثير من الانسكابات النفطية). عندما الرواسب الثقيلة تستقر على قاع المحيط يمكن دفن الأسماك والأنواع الأخرى الحساسة مثل الشعاب المرجانية. ويمكن لهذه الترسبات تسد خياشيم الأسماك وأيضا خنق جزء كبير من النظام البيئي البحري.

مصادر المواد البلاستيكية تشمل مدافن، والتخلص من النفايات الناتجة عن الصناعات البلاستيكية والنفايات البلاستيكية من السفن، والقمامة على الشواطئ. يمكن بلاستيك عصا في الحياة البحرية وتؤثر على التنفس أو السباحة. عندما استقر في قاع البحر، لا يمكن للبلاستيك أيضا أي خنق الحياة الذي يستدعي الرئيسية قاع البحر. يمكن أن شباك الصيد المهملة مواصلة اللحاق

أعداد هائلة من الأسماك. يمكن أن يكون مخطئا شظايا بلاستيكية صغيرة كغذاء للأسماك أو غيرها من الحياة البحرية التي يمكن ان تقتل أو إتلاف أو الجهاز المضمي.



شكل (14) أثر تلوث المياه على الكائنات الحية المائية.

4- تغير المناخ العالمي

واظهرت الارقام ان درجة حرارة سطح الأرض قد ارتفع أيضا بشكل كبير في السنوات الـ30 الماضية كما أنها تأتي العلماء اليوم أن العالم هو الاحترار 'لا لبس فيه وكانت على مدى السنوات الـ30 الماضية.

الباحثون في مكتب الأرصاد الجوية تجميع البيانات من سلسلة من الدراسات المستقلة عدة بما في ذلك مستويات سطح البحر ودرجة حرارة الهواء والرطوبة وفقدان الجليدية استعراض قال ايضا ان العقد الماضي كان الاكثر دفئا

على الاطلاق، بينما اجتمع العلماء وقال مكتب هذا العام كان على المسار الصحيح ليكون أحر من أي وقت مضى.

ويأتي التقرير في أعقاب ضجة في 'فضيحة المناخ' حول علوم المناخ، والتي نبعت من رسائل البريد الإلكتروني سرقت من جامعة ايست انجليا بحوث وحدة المناخية (الشعاب).

ودفعت هذه الفضيحة دفعت المطالبات من المتشككين بأن العلماء ومعالجة البيانات لدعم نظرية الاحترار العالمي.

ومنذ ذلك الحين وتطهيرها من ارتكاب أي مخالفات ولكن واتهم لجنة تحقيق شكلت في أعقاب فضيحة يجري سرية وغير مفيد. وقد ارتفعت مستويات البحر أيضا باطراد منذ مطلع القرن العشرين وبدا مكتب الأرصاد الجوية في سجلات درجات الحرارة السطحية وغير ذلك من جوانب المناخ التي يتنبأ العلماء ستتغير نتيجة لزيادة مستويات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، مثل ارتفاع درجة حرارة المحيط، وزيادة الرطوبة والانخفاض في الجليد البحري في القطب الشمالي.

على الرغم من التقلبات التي تسببها التغيرات على المدى القصير، فإن التحليل الذي أجري لدراسات عده (FAO,2000) توضح ارتفاع درجة حرارة العالم.

'وعندما ينظر في درجة حرارة الهواء وغيرها من المؤشرات المناخ، و نرى الارتفاعات والانخفاضات في البيانات من سنة إلى أخرى بسبب التقلبات الطبيعية (شكل 55 و56).

تغير المناخ يتطلب النظر في السجل على المدى الطويل. عندما نتبع العقد

إلى الاتجاهات العقد باستخدام مختلف مجموعات البيانات والتحليلات مستقلة من مختلف أنحاء العالم، و يلاحظ إشارات واضحة لا لبس فيها من ارتفاع درجات الحرارة العالمية.

'صورة جديدة تظهر جليد البحر القطبي الشمالي في سبتمبر 1979، وهي السنة الأولى هذه البيانات متاحة، الجليد البحري في القطب الشمالي في سبتمبر2009 هو واحد من المؤشرات الرئيسية لارتفاع درجة حرارة الأرض، اليوم واظهرت الارقام ان درجة حرارة سطح الأرض قد ارتفع أيضا بشكل كبير في السنوات الـ30 الماضية أجزاء مختلفة من المحيطات وinhabitats مختلفة. ويتم نقل آلاف غالون من المياه، جنبا إلى جنب مع أي نوع من الأنواع المحلية في المياه، بواسطة السفن في صهاريج الصابورة الخاصة بها. عندما يتم الإفراج عن المياه في منطقة مختلفة، يمكن أن الأنواع الأجنبية في المياه المنقولة المقتل الأنواع المحلية.

4- انحسار المياه أو شحتها

انحسار المياه أو شحتها نتيجة للانخفاض المياه من المصادر الرئيسية لتغذيتها مما يؤدي ذلك إلى تغيير المواصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه كما هو الحال الان في شط العرب وأعالي الخليج حيث بدأت الملوحة بالارتفاع مع انخفاض حاد في مخزون الاسماك وقد يؤثر ذلك سلبا على الاسماك المهاجرة باعتبار المنطقة موطن مناسب لتكاثرها ومثال اخر في العراق هو ظروف الاهوار الحالية مقارنة بظروفها في السبعينيات.

5- عدم تنظيم عملية الصيد (الصيد الآمن)

الصيد الآمن هو عملية صيد كمية الأسماك التي يمكن صيدها دون أن

يحدث استنزاف للمخزون السمكي.اذا كان مثلا الناتج سنويا نتيجة التكاثر والهجرة الجديدة هو مائة طن فان الصيد الآمن يكون في حدود هذا المقدار، أو يقل عنه لإتاحة الفرصة لنمو المخزون الأساسي من الأسماك ويلزم ذلك قاعدة بيانات متطورة ومراقبة مستمرة لجهد الصيد وطرق الصيد المستخدمة بحيث لا تؤدى إلى صيد الأسماك الصغيرة أو صيد أنواع غير مطلوبة مما يؤدى لإهدارها. هناك تطوير مستمر يجب إدخاله إلى أنشطة الصيد لتواكب التكنولوجيا العالمية، فخلاف نظام الرقابة الصارم وقاعدة المعلومات هناك التطوير المستمر لأدوات الصيد. ثم أن الاتجاه العالمي الآن هو الصيد في الأعماق التي لم تكن تصل إليها الشباك من قبل والتي تزخر بالعديد من أنواع الأسماك التي تمثل قيمة اقتصادية كبيرة دون أن يكون لها تأثير على زيادة جهد الصيد.

6- ضعف التشريعات المنظمة لعملية الصيد

التشريعات المنظمة لعملية الصيد سواء في المياه المحلية أو الخارجية بما يستهدف أيضا الحفاظ على الثروة السمكية، وذلك بالالتزام بفترات منع الصيد للسماح للأسماك بوضع بيضها وللزريعة الجديدة بالنمو وبمناطق منع الصيد حيث المرابي الطبيعية للأسماك والتي تمثل محميات للحفاظ على التكاثر الطبيعي للأسماك.

7- انتشار المجمّعات السكنية السياحية

لا بد من التوقف عن المجمّعات السكنية السياحية التي تبنى عشوائياً وتردم أجزاء من الشواطئ وتفسد البيئة البحرية و تزال نتيجة للاسباب اعلاه الفايتوبلانكتون phytoplankton في البيئات المائية والتي تؤدي بالنتيجة إلى تقليل الحيوانات المائية بصورة عامة وخاصة الأسماك.لأنها تعتمد عليها بغذائها حسب السلسلة الغذائية.

Producers & land desertification المنتجات والتصحر

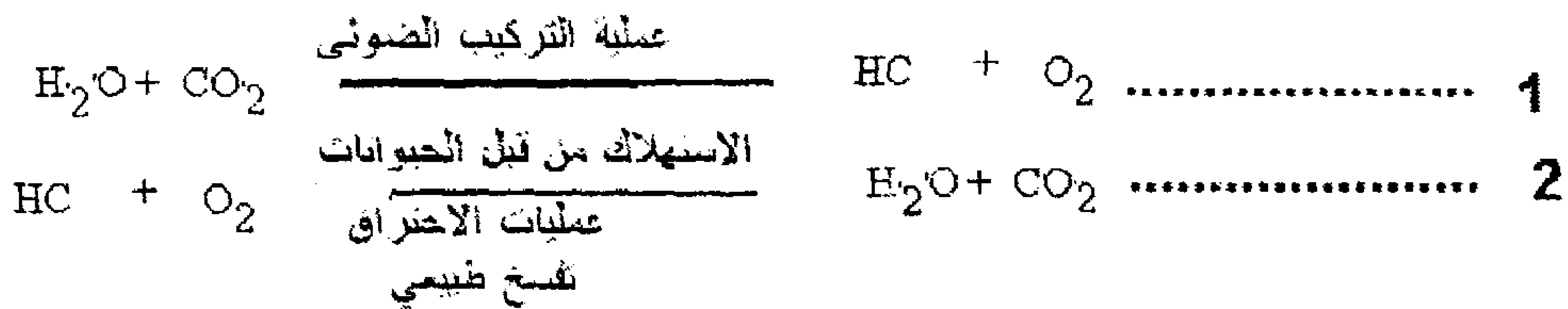
ان ازالة النباتات اوالمنتجات تؤدي بالنتيجة إلى التاثير على الحيوانات بصورة عامة. لأنها تعتمد عليها بغذائيه حسب السلسلة الغذائية وهذا يؤدي إلى قلة الانتاج البيئي وبالتالي تصحر الاراضي. وان ازالة النباتات بسبب الرعي الجائر لاراضي المراعي overgrazing وقطع الاشجار والشجيرات Deforestation وحرق الاشجار والشجيرات لغايات واغراض مختلفة وأزالت الغطاء النباتي نتيجة لوجود افات وامراض النبات و ضرر الغطاء النباتي بواسطة الابخرة الصناعية والمواد الملوثة الغير مرغوبة بيئيا.

العوالق النباتية المائية وتصحر المياه.

ازالة الغطاء النباتي وتصحر الاراضي

desertification land & Removal of plant cover

إن الغطاء النباتي ذو أهمية حيوية للتربة فهو يحمي التربة ضد فعل سقوط قطرات المطر، يزيد من درجة غيض الماء في التربة، يحفظ خشونة سطح التربة، يقلل سرعة السيح السطحي، يربط التربة ميكانيكيا، يقلل من تغيرات مناخ الموقع في الطبقات العليا للتربة، ويحمي الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة.



أدى الاستغلال السيئ للغطاء النباتي من أشجار وشجيرات ومراعي

طبيعية في العراق وفي غيرة من بلاد الشرق الأوسط إلى تدهور كبير في الكساء النباتي الطبيعي إلى الحد الذي انعدمت أو قلت فيه النباتات الصالحة أو المرغوبة بدرجة كبيرة وصاحب المرحلة الأولى لهذا التردي زيادة في النباتات ذات القيمة الرديئة ثم إلى اختفائها هي الأخرى. وتحولت المنطقة تدريجيا إلى أراضي متصحرة ذات تربة شبة عقيمة، حيث واكب هذا التدهور في الكساء تدهورا موازيا في خصوبة التربة نتيجة للإخلال في التوازن المائي للبيئة Hydrologic balance وما يتبعه من زيادة في التعرية المائية والريحية وتفسخ المادة العضوية وغسل العناصر الغذائية وينطبق هذا الأمر على الأراضي في العراق.

ويمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي بما يلي:

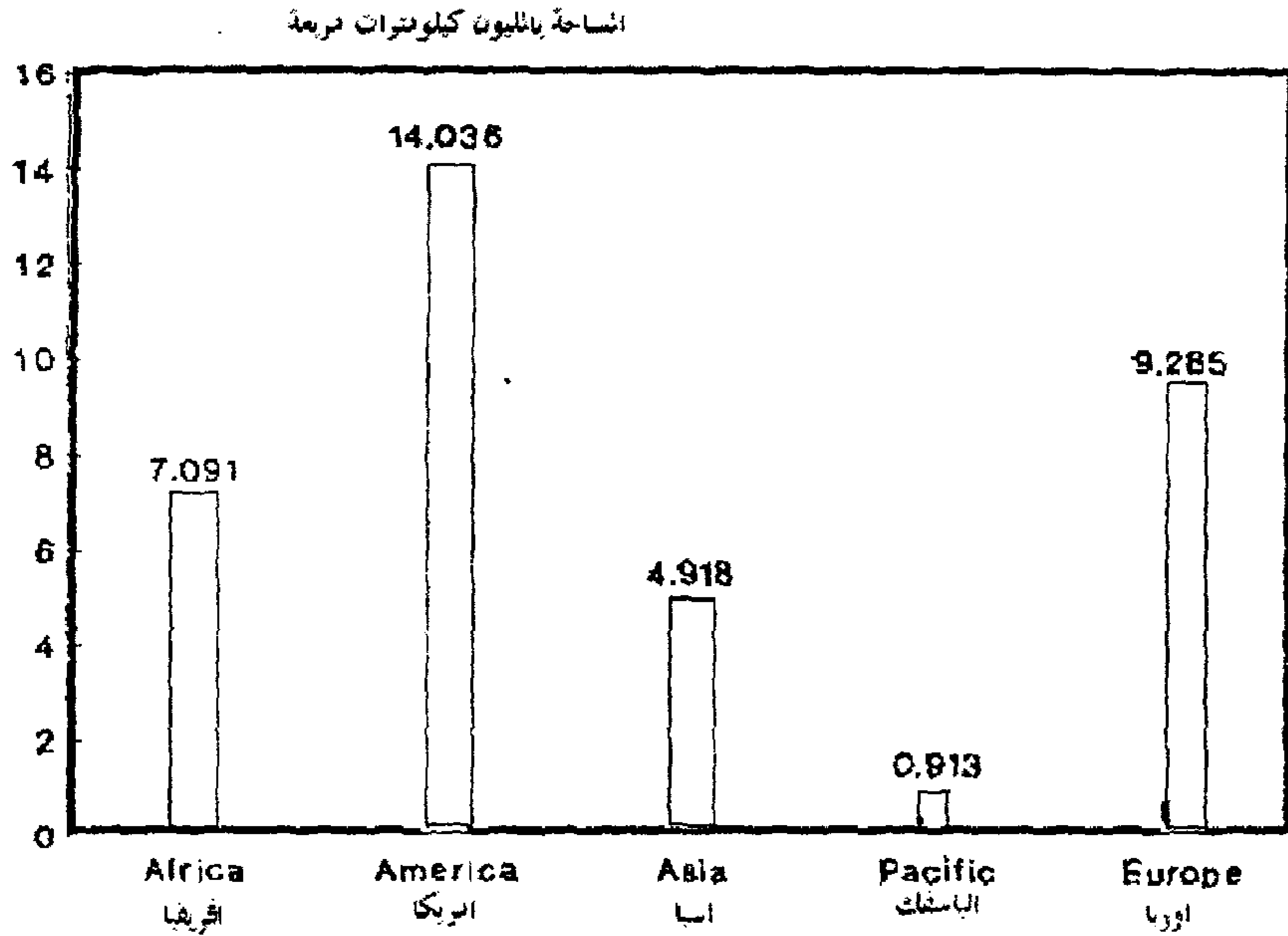
• **الرعي الجائر لأراضي المراعي overgrazing**

يزال الغطاء النبات بالرعي الجائر لأراضي المراعي overgrazing وهذه العملية ناتجة من رعي عدد كبير من الحيوانات في وحدة المساحة من المرعى ولفترة طويلة مما يؤدي إلى إزالة النباتات وعدم امكنيتها النمو مرة ثانية ويرجع هذا لعدم معرفة إدارة علم المراعي.

• - قطع الأشجار والشجيرات Deforestation لغرض الاستخدامات الصناعية مثل عمل الأثاث والاستخدامات الأخرى كالاستخدام في التدفئة.

إزالة الأشجار تعبير مستعمل غير دقيق وغامض ويعني كثيراً الدلالة على الخسارةِ الكمّيةِ مِنْ النباتاتِ الخشبيةِ في منطقة معينة. يُمْكِنُ أيضاً حدوث تغييراتَ نوعيةَ في الغاباتِ الاستوائية، لانواع مفردة من كالبتوسِ أو زرع انواع

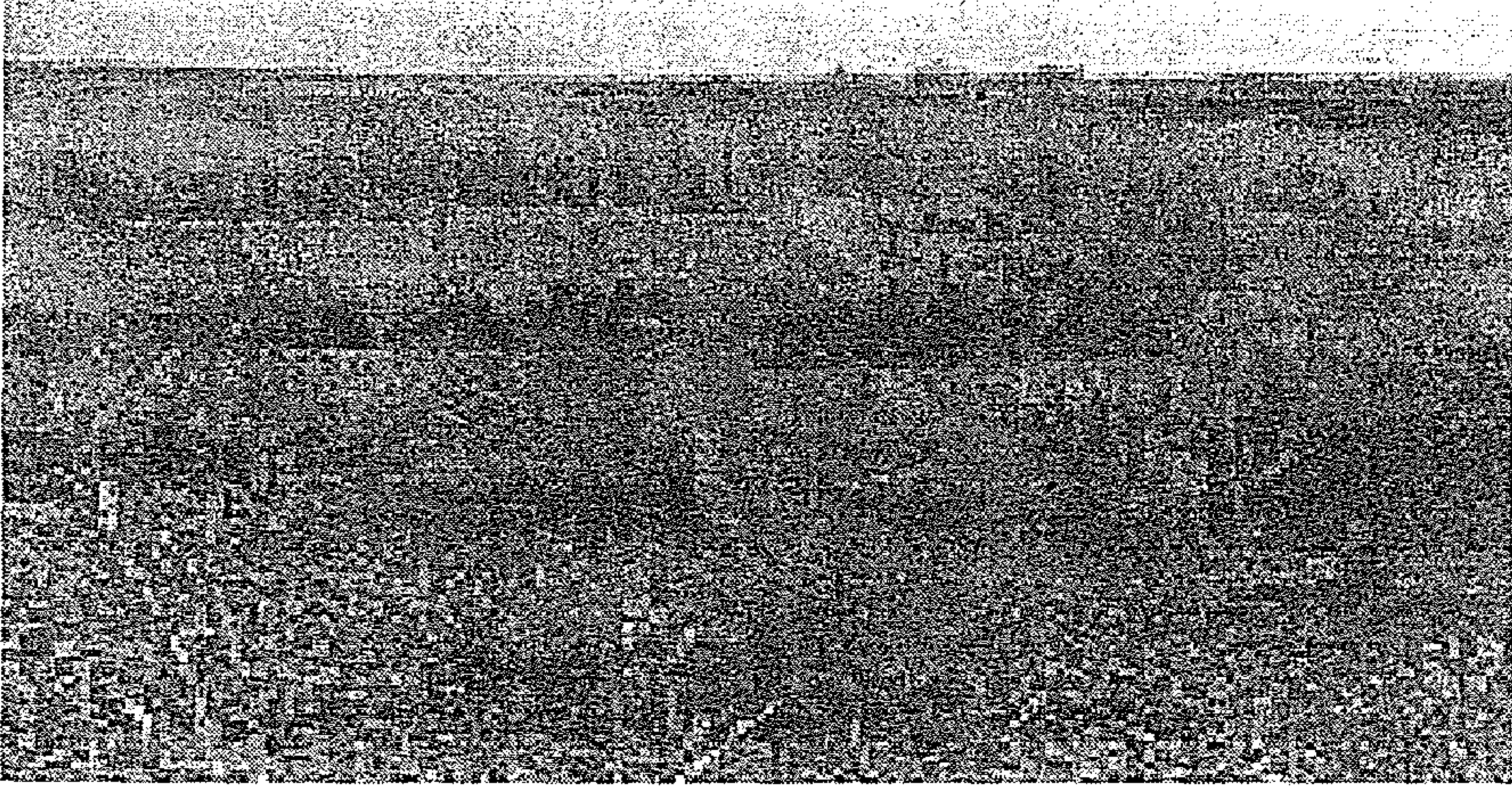
أخرى اي إعادة نموالغابـات. كُـلّ سَنَة، حـول 4 مليـون هكتـارِ مِـنْ الغابـاتِ الإستوائيةِ العذراءِ تَحَوَّل إلى الغاباتِ الثانويةِ(Barrow, 1991). علـى أيـة حـال هناك القليل من المعلومات في مراجعة المصادر بين خسارةِ النباتاتِ التي سـوف يعاد زراعته والتي الابعاد زراعتها



شكل (15) مساحات الغابات واراضي الاشجار الخشبية في القارات نهاية عام 1980 (km²/million)

اعتمادا على *World Development Report* (World Bank 1989)، 14 قطر من الاقطار النامية في جنوب امريكا، افريقيا و وجنوب شرق اسيا دمر فيها 250000 هكتار من الغابات الاستوائية سنويا وتمثل مدى واسع من دول العـالم الثالث والتى تعتبر من المشاكل التي تعاني منها هذه الدول.

- – حرق الأشجار والشـجيرات لغايـات وإغـراض مختلفـة مثـال علـى ذلـك تجفيف وحرق نباتات الاهوار في العراق الذي أدى إلى كارثة بيئية كبيرة مـن الصعب إعادتها إلى حالتها الطبيعية.



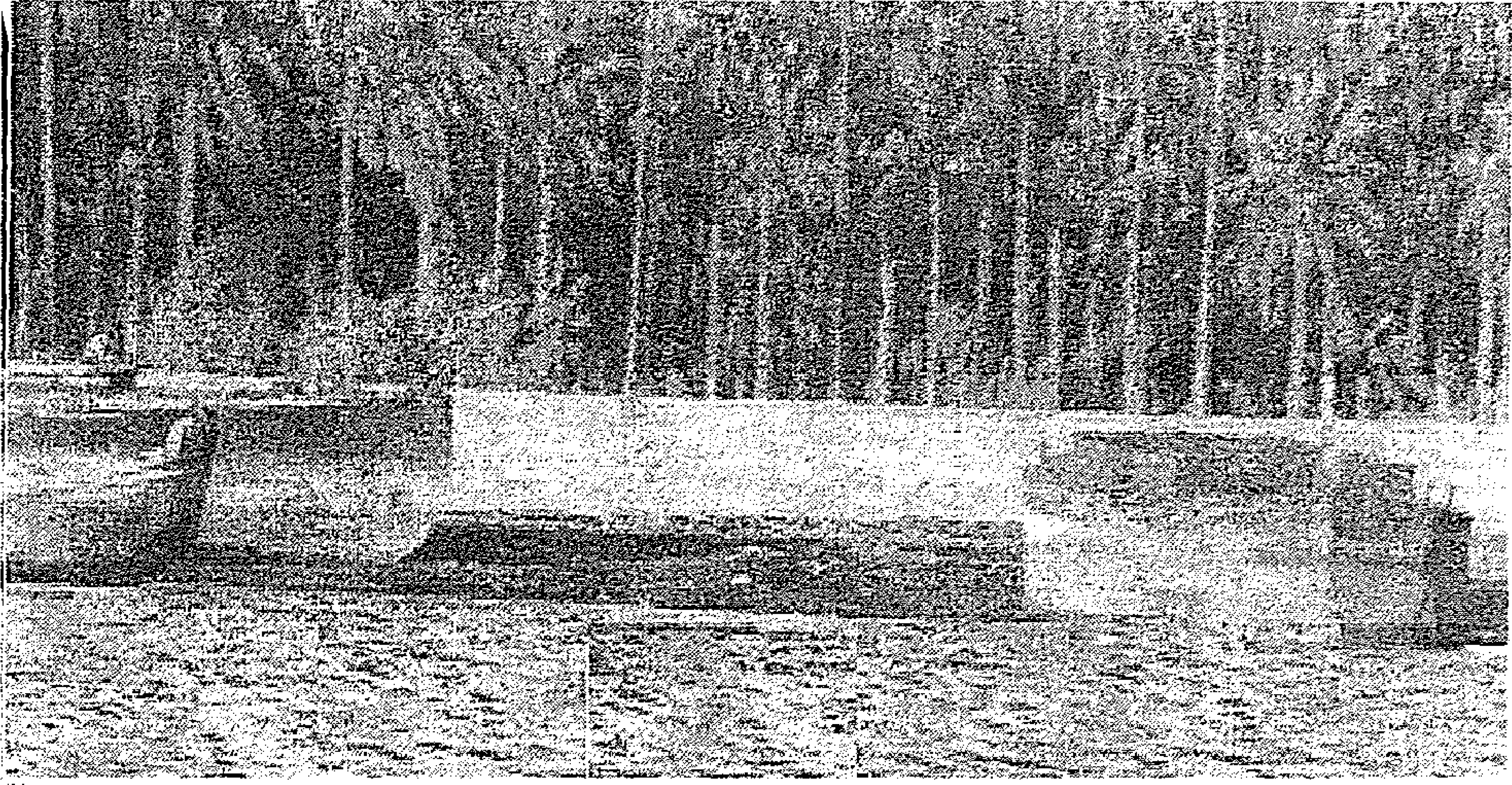
شكل (16) تجفيف وحرق نباتات الاهوار

- إزالة الغطاء النباتي نتيجة لوجود أفات وإمراض النبات.
- ضرر الغطاء النباتي بواسطة الأبخرة الصناعية والمواد الملوثة الغير مرغوبة بيئيا مثل على ذلك الإمطار الحمضية أو تأثير ملوثات الهواء الكيميائية مباشرتا على النباتات أو نتيجة لذوبانها في الماء وخاصة مياه المطر وسقوطها على النباتات.

إن الأراضي الجافة تميل إلى التصحر خلال فترات الجفاف ولكن تعود إلى طبيعتها الأولى وتعيد مكانتها الإنتاجية عند تساقط الإمطار وهذا ما يطلق علية بالتوازن الطبيعي ولكن التوازن الطبيعي هذا قد لا يقاوم تدخل الإنسان والكائنات الحية الأخرى التي تعمل جاهدة بتحفيز ارض المناطق الجافة وشبة الجافة للاستجابة لظاهرة التصحر. ولهاذ يمكن القول إن التصحر ناتج من سوء استعمال الإنسان لهذه الأراضي الحساسة الظروف.

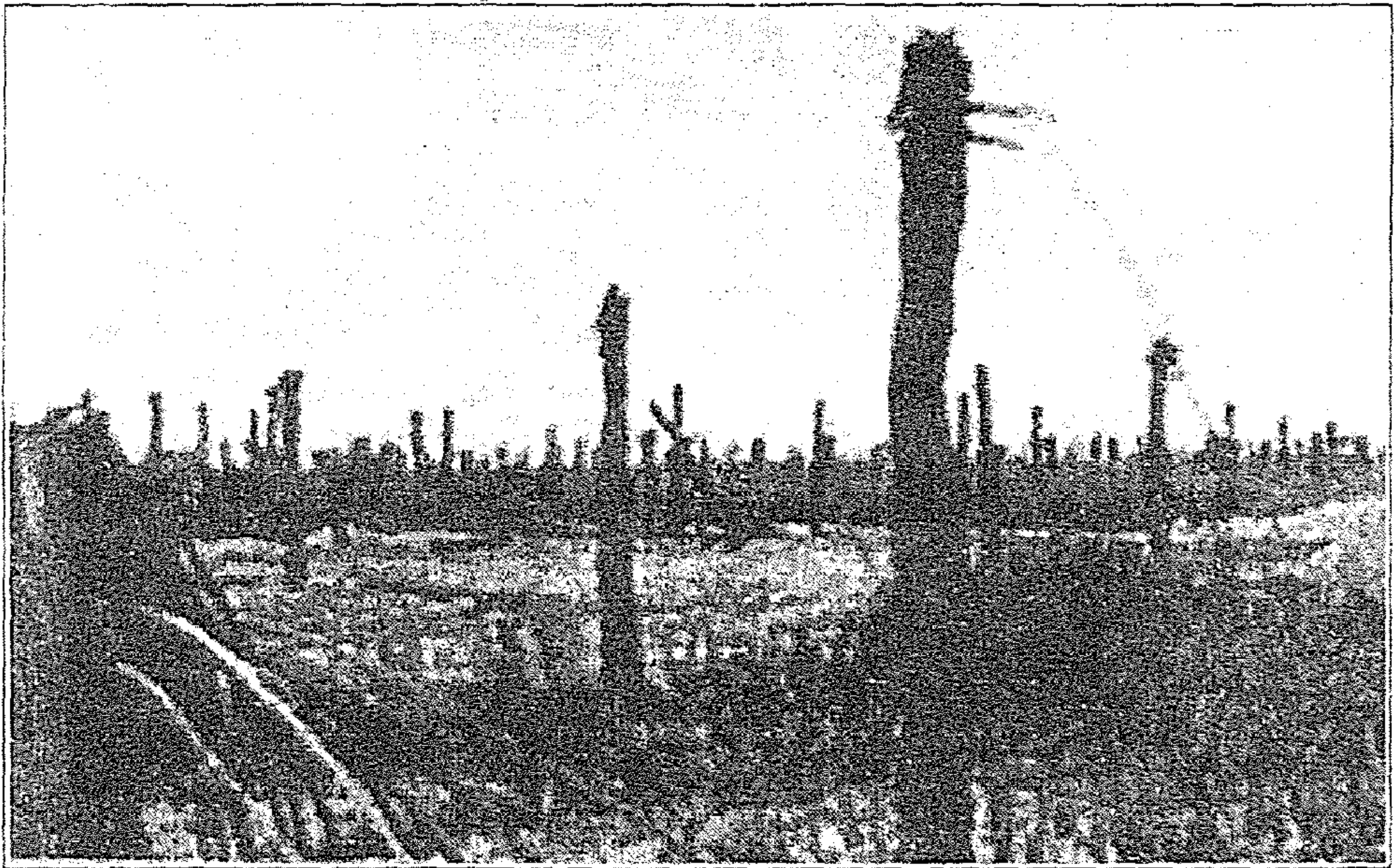
تظهر الأراضي المعرضة للنصر الشديد والشديد جدا بضعف غطائها النباتي وانتشار الحشائش والأشواك الرديئة الضارة وفي حالة التصحر الشديد جدا تكون الأراضي جرداء أو خالية من الغطاء النباتي تماما.

البساتين حول ضفاف شط العرب في السبعينات

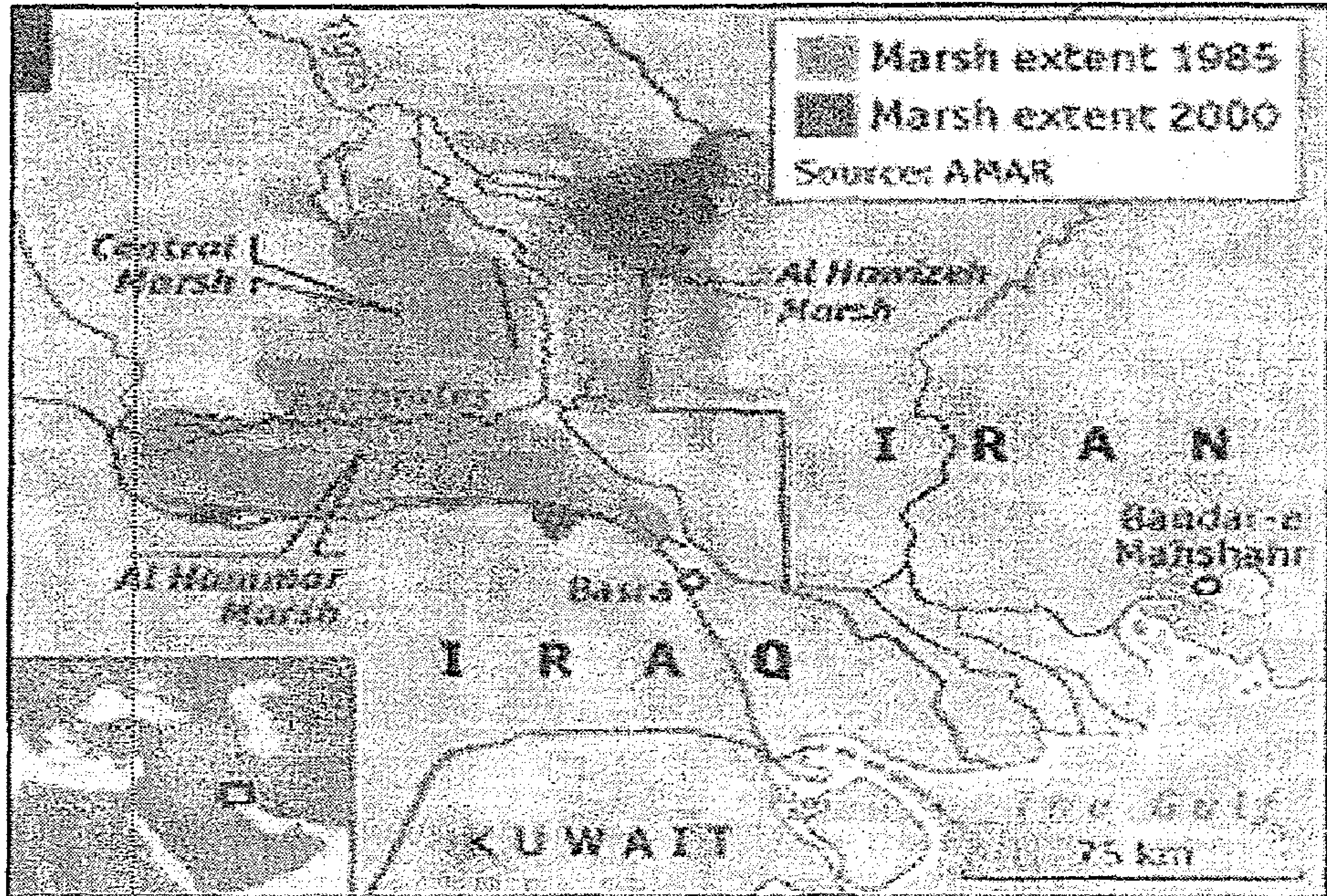


شكل (17) البساتين حول ضفاف شط العرب في السبعينات

احتراق النخيل على ضفاف شط العرب نتيجة للحرب



شكل (18) احتراق النخيل على ضفاف شط العرب نتيجة للحرب



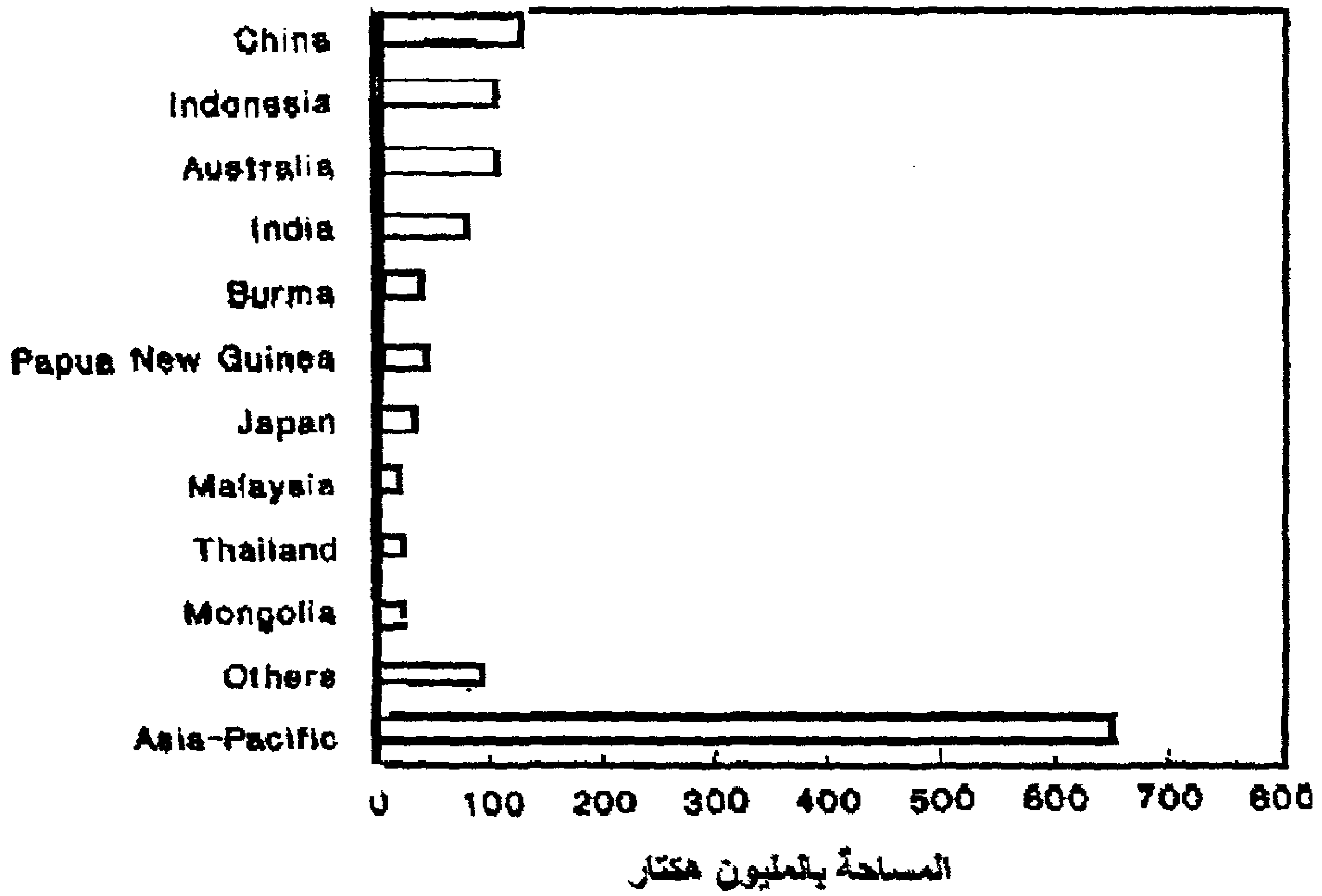
شكل (19) مساحة الاهوار 1985 ومساحة الاهوار 2000



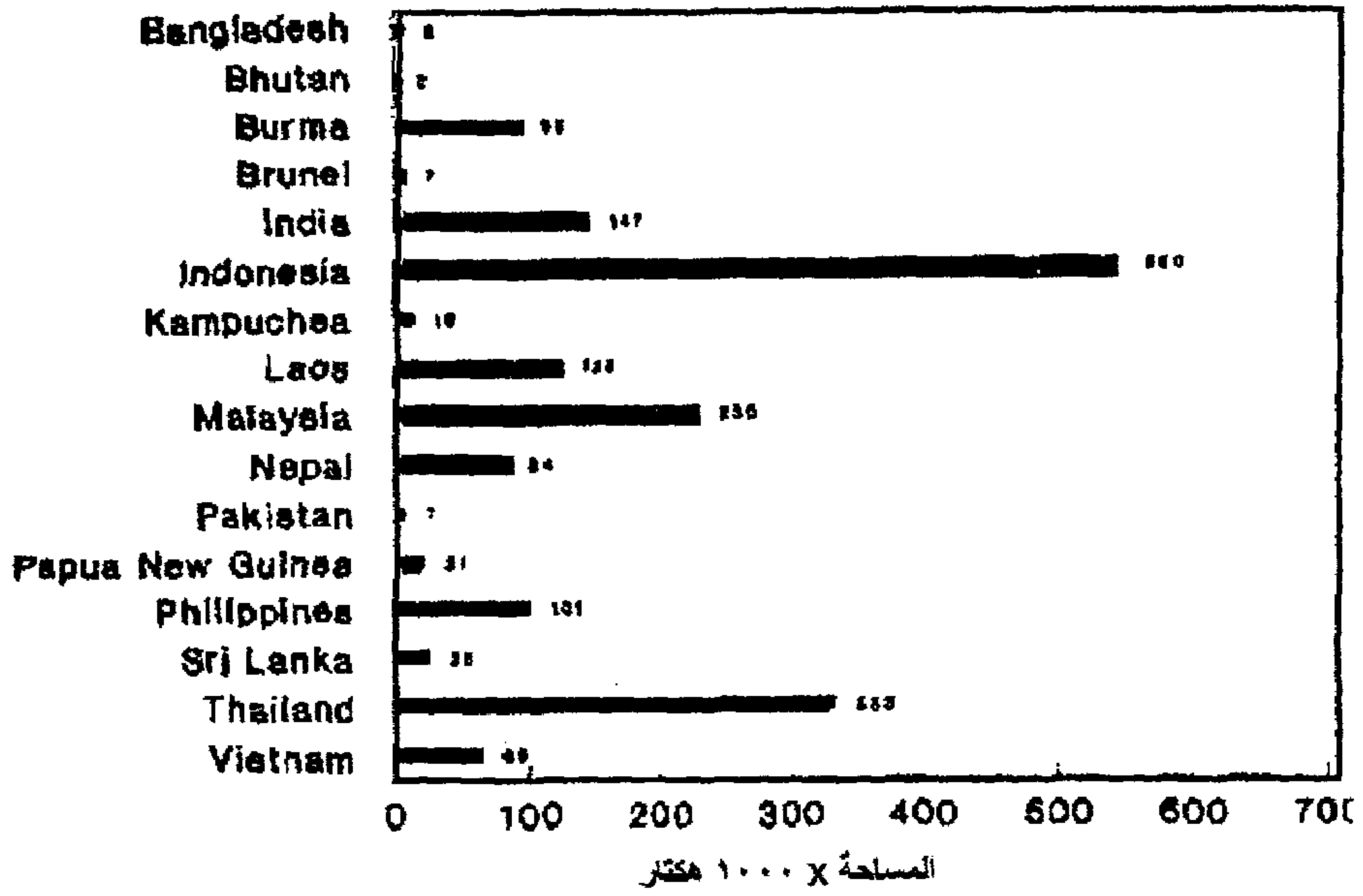
شكل (20) يُشيرُ اللونُ البني إلى غابات النخيل والغطاء النباتي 1975



شكل (21) يُشيرُ اللونُ الشاحب إلى النباتاتِ الميتةِ2002



شكل (22) مساحة الغابات في 10 اقطار في اسيا ومنطقة المحيط الهادي 1983
(مليون هكتار)



شكل (23) ازالة الغابات لكل بلد في اسيا ومنطقة المحيط الهادي 1976- 1980 (1000 هكتار)

العوالق النباتية وتصحر المياه Phytoplankton & aquatic desertification

العوالق النباتية تشكل قاعدة السلسلة الغذائية للكائنات البحرية، و هي واحدة من أصغر الكائنات الحية وفيرة أكثر على كوكب الأرض والمهم لصحة ورفاهية الحياة في مجموعة متنوعة من الطرق. ومن شأن انهيار السكان العوالق النباتية في العالم عواقب وخيمة على البيئة وحضارتنا. العوالق النباتية والكائنات الجهرية النباتية مثل التي تنمو بوفرة في البحار والمحيطات. أنها تتطلب أشعة الشمس والمياه والمغذيات اللازمة للنمو، على غرار النباتات البرية. أنها تحتوي على مادة الكلوروفيل التي يعطيها صبغة لونها الأخضر، ويسمح لها بأداء التمثيل الضوئي، وخلق طعامهم من أشعة الشمس وثاني أكسيد الكربون.

العوالق النباتية تعيش بالقرب من سطح المحيط، حيث الحصول على ضوء

الشمس وتعتمد على الموجات المتقلبة تيارات المحيط العميقة لتوفير المواد الغذائية. وهناك أيضا العوالق النباتية التي تعيش في المياه العذبة البحيرات والبرك والأنهار.

العوالق النباتية تشكل قاعدة السلسلة الغذائية البحرية. الأسماك الصغيرة وبعض أكبر نوعا من الأسماك والحيتان تستهلك منها كمصدر الغذائية الرئيسية.

هذه الأسماك ثم أصبحت فريسة للحصول على أكبر الأسماك والثدييات البحرية على بالتسجيل في السلسلة. تدميراعداد العوالق النباتية وسقوطها إلى قاع المحيط وتغذي سكان أسفل البحار وغيرها. وأن تحطم سكان العوالق النباتية لها انعكاسات خطيرة على النظام البيئي البحري بأكمله. يمكن أن يكون الفروق في عدد السكان العوالق النباتية مؤشرا لمشاكل المحيطات الأخرى مثل التلوث المفرط. ويتأثر المناخ العالمي على كثافة العوالق النباتية. العوالق النباتية هي المسؤولة عن حوالي 50 ٪ من البناء الضوئي على الأرض. وهذا يعني أنها بمثابة مستهلك كبير رئيسي لثاني أكسيد الكربون، وسحب هذا الغاز من الغلاف الجوي وخلق المادة العضوية وانبعاث الاوكسجين. وبهذه الطريقة زيادة كثافة العوالق النباتية هو عامل رئيسي في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري والصحة العامة في الغلاف الجوي للكوكب. هناك علاقة مباشرة على صحة الإنسان للمحيطات والمناخ. أنواع معينة من الأسماك التي تستهلك العوالق النباتية، مثل السردين، وتكون بمثابة مصدر الغذاء لكل البشر والأسماك الأكبر حجما. كثير من المجتمعات في جميع أنحاء العالم تعتمد على الصيد التجاري سواء بالنسبة للغذاء وفرص العمل. فبدون العوالق النباتية، وعدد الأسماك والصيد التجاري بالتالي تختفي. سوف تتأثر أيضا البشرية في العديد من الطرق بسبب الاحترار العالمي.

التغير في الكثافة العوالق النباتية Population variance

وقد أثيرت مخاوف من العلماء أن الثقب في طبقة الأوزون يمكن أن يكون لها تأثيرات سلبية على كثافة العوالق النباتية، والأشعة الضارة من الشمس يمكن قتلها. وتضرر أيضا العوالق النباتية في المحيطات من الملوثات، مثل مياه الصرف الزراعي والصناعي، وغالبا ما تكون قلليلة غائبة عند تركيزات التلوث مرتفعة. يتغذى عن طريق المواد الغذائية يموج من قاع المحيط والحديد المودعة على سطح المحيط بواسطة الرياح، والسكان المعرضين للخطر من التغيرات في المناخ العالمي وأنماط الرياح. تدفع الرياح الموجات المتقلبة الحالية التي تغذي العوالق النباتية فضلا عن نقلها المعادن المطلوبة إلى المحيط. يمكن الغبار من ظروف المناخ الأكثر جفافا الحد من أشعة الشمس وتؤذي قدرة العوالق النباتية لتنفيذ عملية التمثيل الضوئي والبقاء على قيد الحياة.

العوالق النباتية، وصفت بأنها 'وقود' على النظم الإيكولوجية البحرية التي تديرها، تشهد انخفاضا من حوالي 1 في المائة من المجموع سنويا في المتوسط. ووفقا للباحثين من جامعة دالهوزي في كندا حدث 40 في المائة انخفاض في العوالق النباتية منذ عام 1950. خلايا البحرية المشطورة (Rhizosolenia setigera)، التي تشكل مجموعة هامة من العوالق النباتية في المحيطات. الكثير من الحياة على الأرض يعتمد على هذه المخلوقات الصغيرة التي هي الآن في انخفاض هائل.

ويمكن أن الانخفاض في كمية الطحالب في البحار يكون لها تأثير على مجموعة واسعة من الأنواع، من العوالق الحيوانية الصغيرة على الثدييات البحرية والطيور البحرية والأسماك والبشر.

اذا تأكد ذلك من تراجع في العوالـق النباتيـة سـيكون تغـييرا تغـيير أكثـر دراماتيكية لتحقيق التوازن بين الطبيعة الحساسة من فقـدان الغابـات الاسـتوائية المطيرة.

هناك صلة بين انخفاض درجات الحرارة إلى ارتفاع سطح البحر والتغيرات في أحوال المحيطات، وخاصة بالقرب من خط الاستواء.

واعتبرت معظم الانخفاض في المناطق القطبيـة والاسـتوائية وفي المحيطـات المفتوحة، حيث يتم إنتاج معظم العوالق النباتية.

أن أكثر دفئا في المحيطات كان هناك أقل من التنقل بين طبقات من البحـر، وتقليل كمية من المواد الغذائيـة تسـليمها مـن الميـاه العميقـة إلى سـطح المحـيط. والعوالق النباتية على حد سواء في حاجة ضـوء الشـمس والمغـذيات في النمـو، والحدود على كمية من المواد الغذائية في الطبقة العليا من سطح البحر يؤثر على إنتاج الطحالب.

كشفت دراسة

( ) سلسلة من البيانـات الـتي أظهـرت أن العديـد مـن المؤشـرات لـتغير المناخ، مثل درجة حرارة سطح البحـر آخـذة في الارتفـاع وبالإضـافة إلى ذلـك، وتقلبات واسعة النطاق في المنـاخ، مثـل ظـاهرة النينيـو في المحـيط الهـادئ، تـؤثر العوالق النباتية على أساس سنة إلى سنة.

البحث يضيف إلى أدلة على أن الاحـترار العـالمي وتغـيير المحيطـات، مـع التغيرات التي طرأت على العوالق النباتية التي يحتمـل أن يكـون لهـا تـأثير علـى صحة البحـار وعلـى مصـايد الأسمـاك الـتي يعتمـد عليهـا النـاس في الغـذاء.

العوالق النباتية هو الوقود الذي تشغيل النظم الايكولوجية البحرية. انخفاض في العوالق النباتية يؤثر على كل شيء في السلسلة الغذائية، بما في ذلك البشر. العوالق النباتية. هي جزء حاسم من كوكبنا نظام دعم الحياة. وهي تنتج نصف الأكسجين الذي نتنفسه، سحب سطح ثاني أكسيد الكربون في نهاية المطاف ان ازالة الفايتوبلانكتون phytoplankton في البيئات المائية والتي تؤدي بالنتيجة إلى تقليل الحيوانات المائية بصورة عامة وخاصة الأسماك.لأنها تعتمد عليها بغذائها حسب السلسلة الغذائية

References المصادر

- Abdulla, H. J. 2010. Desertification (Ecosystems degradation) Dar djlah, Amman – Jordan. pp. 304.
- Abdulla, H. J. 2012. Terrestrial and Aquatic biomes Desertification-
- Major Environmental Hazards. Dar djlah, Amman – Jordan.PP. 505
- Abdulla, H. J. , K. A. Hussien and M. T. Jabbar.2008 Pollution as a Major Cause of Desertification Phenomenon in Iraq. Medwell Journals Envir.Research. Jour. 2 (4): 187 – 188.
- Boyd, J. and S.Banzhaf, 2006. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Resources for the Future, Washington, D.C., p. 26
- de Groot, R.S. , M.A. Wilson, and M.J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41: 393-408.
- Fisher, B. , R.K. Turner and P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics 68: 643-653
    - FAO,1995, http://apps.fao.org/default.htm.
    - FAO, 2000, http://apps.fao.org/default.htm,
    - FAO, 1999, http://apps.fao.org/default.htm,
    - FAO, 2003, http://apps.fao.org/default.htm,
- Elton, Charles Sutherland (2001). *Animal Ecology*. University of Chicago Press. ISBN 0-226-20639-4. Retrieved May 10, 2012.

- Lomolino, Mark V.; Brown, James W.(1998). *Biogeography.* Sunderland, Mass: Sinauer Associates. ISBN 0-87893-073-6.
- Hemdal, J.F. 2006. Advanced Marine Aquarium Techniques. 352pp. TFH publications, Neptune City, New Jersey
- Hemdal, J.F. 1984. A Miniature Ocean. SeaScope 1:1.
- Hemdal, J.F. 1981. Energy in the Marine Aquarium. Freshwater and Marine Aquarium 4(11):20.
- Castro, P. , and M. E. Huber. 2005. Marine Biology, 5th edition. McGraw Hill Higher Education, NY, NY. ISBN. 0-07-250934-1. 452 pp. i-xii. Hardback,
- Hofer, T.N. , Abessa, T.M.S. , Acquiar, V.M.C. , Alfonso, J.A. & Neto, J.A.B. (2008) Marine Pollution: New Research. New York: Nova Science Publishers.
- World Bank (1989) World Development Report

الفصل الثالث

الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية

الفصل الثالث

الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية

- دورة الماء
- الدورات الغازية
- الدورات الرسوبية
- قوانين التحمل والعوامل المحددة
- مفهوم الجمع (بين قانون الحد الادنى والحد الاعلى) للعوامل المحددة
- العوامل المؤثرة ذات الأهمية كعوامل محددة
- المصادر

الفصل الثالث

الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية

Biogeochemical Cycles

بالإمكان تفهم العديد من مبادئ النظم البيئية من خلال تتبع دورة العناصر الرئيسية مثل الكربون والاوكسجين والهيدروجين والنتروجين والفسفور والكبريت بين المكونات الحية وغير الحية للنظام البيئي.

وبالرغم من ان ما يتواجد في داخل جسم الكائن الحي من العناصر قد تجاوز الاربعين عنصراً الا ان اعتماد الحياة على الطاقة يتزامن مع احتياجاتها لما هو متوفر من حوالي عشرين عنصراً ضرورياً لديناميكية الفعاليات الحيوية للكائن الحي. كما ان خمسة عناصر منها وهي الكربون والاوكسجين والهيدروجين والنتروجين والفسفور تمثل اكثر من (97٪) من تركيب البروتوبلازم في معظم انواع الكائنات الحية.

ان انتقال هذه العناصر من الحالة اللاعضوية إلى الحالة العضوية ومن ثم رجوعها إلى الحالة اللاعضوية قد تسبب الاختلاف والتباين بين عدد الكائنات الحية وانواعها من منطقة إلى أخرى حسب سرعة التحول (سرعة الانتقال) هذه العناصر من حالة إلى حالة أخرى، وكذلك باختلاف كميتها والتي ترتبط وتتغاير باختلاف عوامل محيطية وحياتية عديدة.

ان هذه العناصر والمواد يجري تدويرها في النظام البيئي بصورة مستمرة، لذا فإن جميع المواد أو العناصر الموجودة في اجسام الاحياء كالماء والكربون والنتروجين والاوكسجين وغيرها من العناصر والتي تكون موجودة اساساً في

قشرة الارض أو في الصخور أو في المحيط الجوي يجري تدويرها جميعاً في النظام البيئي بصورة مستمرة، وتمر هذه العناصر والمواد في مسارات متعددة تشمل الكائنات الحية والمياه والهواء والتربة والصخور.



شكل (24) العلاقة بين الغلاف الجوي والغلاف الصخري والغلاف المائي بالغلاف الحيوي.

ان متابعة هذا المسار اي مسار انتقال اي عنصر من الحالة اللاعضوية إلى الحالة العضوية ورجوعه إلى الحالة اللاعضوية في الطبيعة تسهّل إدراك العلاقات المتواجدة بين الكائنات الحية والمحيط الذي تتواجد فيه.

تكون بعض الدورات مقتصرة على مواقع محددة اساساً وتسمى الدورات الموقعية Local cycles والاخرى الدورات المحيطية (الشاملة) Global cycles.

تشتمل الدورات الموقعية على العناصر ذات الحركة المحدودة اي العناصر التي لا تمتلك ميكانيكية الانتقال إلى مسافات بعيدة.

في حين ان الدورات المحيطية الشاملة تشتمل على مركبات غازية تتعلق أو تتوثق مع جميع الكائنات الحية على الكرة الارضية. بمعنى انها تشمل المحيط الحيوي كله.

وهناك ثلاث انواع من الدورات يمكن ملاحظتها في النظام البيئي هي:

1. الدورة المائية Hydrologic cycle: التي تمتاز بدوران مركب الماء في الطبيعة.
2. الدورة الغازية Gaseous cycle: التي يتم فيها تدوير الغازات وتساهم فيها الكائنات الحية ومحيطها.
3. الدورة الرسوبية Sedimentary cycle: التي يتم فيها تدوير العناصر الكيمياوية وتساهم فيها الكائنات الحية ومحيطها.

ان تحليل دورات العناصر ضمن النظام البيئي هو الوسيلة الصحيحة لفهم النظام البيئي. وقد تقسم الدورات الكيمياوية الأرضية الحياتية اعتماداً على مصدر هذه العناصر إلى نوعين رئيسيين هما:

1. الدورات الغازية: حيث يكون الغلاف الجوي هو المصدر والمستودع الاساسي لها.
2. الدورات الرسومية: حيث يكون سطح الكرة الارضية هو المستودع الاساسي لها (الصخور والتربة).

وقد تقسم هذه الدورات الى:

1. دورات كاملة.
2. دورات غير كاملة.

أنواع الدورات:

دورة الماء: Hydrologic cycle

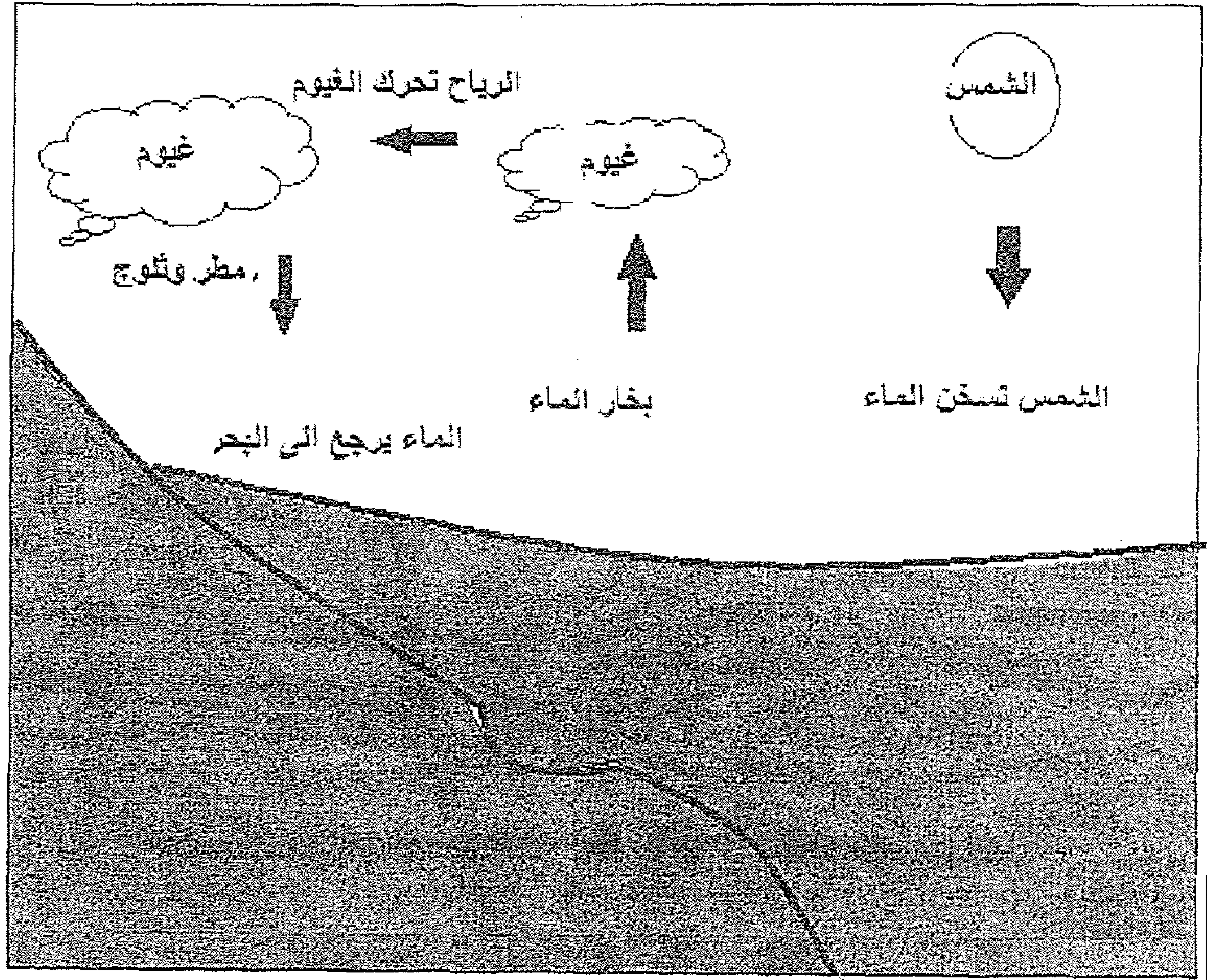
يعد الماء اساساً لكل الكائنات الحية ويشكل الماء الجزء الاكبر من اجسام وانسجة معظم الاحياء. ويؤدي الماء دوراً مهماً ليس فقط بالنسبة لنشوء الانواع من الاحقاب الجيولوجية الغابرة وفي استمرار الحياة في الكرة الارضية في الوقت الحاضر بل كذلك على المستوى الخلوي والمستوى الجزيئي. ويكّون الماء حوالي (60-90٪) من الوزن الطري لمعظم الاحياء بصورة عامة.

تصل نسبة الماء في جسم الإنسان بحدود (60-70٪). وتقدر كمية الماء التي تفقد من جسم الإنسان بحدود (2500سم^{3}) يومياً خلال العمليات الابرازية المختلفة وعمليات التنفس. عند ملاحظة انتشار المياه في الكرة الارضية فأن اكثر من (70٪) من سطح الكرة الارضية تغطيها المياه التي تشكل المحيطات والبحار بصورة رئيسية.

تعتبر المحيطات المصدر الرئيسي لدورة المياه في الطبيعة. حيث تتبخر المياه نتيجة للطاقة الحرارية الشمسية من سطوح المحيطات وبقية المسطحات المائية كالبحار والبحيرات والانهار فضلاً عن التخبر من اجسام الاحياء حيوانية كانت ام نباتية. ويعود هذا الماء المتبخر إلى الارض مرة أخرى ساقطاً على المسطحات المائية المختلفة وعلى اجسام الكائنات الحية (نباتات وحيوانات) وعلى التربة.

تقدر كمية المياه المتساقطة على سطح الكرة الارضية بحدود (4.46×10^{20}) غم سنوياً. منها (0.99×10^{10}) غم تسقط على اليابسة والمتبقي وهو (3.47×10^{20}) غم تسقط على المحيطات والمسطحات المائية الاخرى.

ان الماء المتواجد في اي مكان هو الذي يحدد طبيعة انـواع الكائنـات الحيـة التي يمكن ان توجد فيه ومدى وفرة اعدادها.



شكل (25) دورة الماء Hydrologic cycle

الدورات الغازية : Gaseous cycles

ستتطرق إلى اهم الغازات ذات العلاقة الوثيقة بحياة الكائنات الحية وبيئتها ودورانها في البيئة وهي:

1. دورة الكاربون: Carbon cycle

يعتبر الكاربون المكون الاساس لكافة الكائنات الحية فهـو يـدخل في كـل خلية من خلايا الجسم.

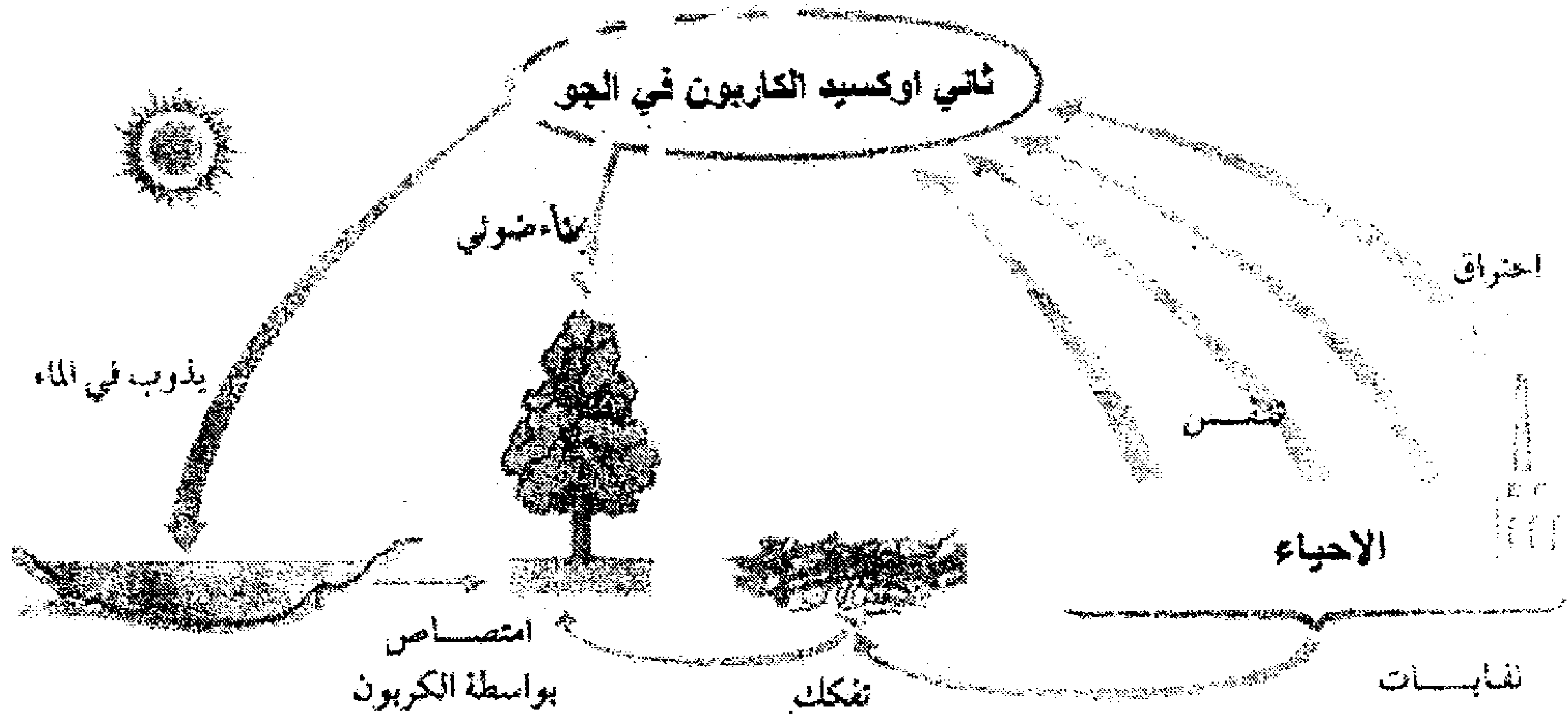
تعد دورة الكاربون من ابسط دورات العناصر بسبب تميز مكوناتها الرئيسية. كما ان هذه الدورة تعد من الدورات الكاملة وذلك لان الكاربون يعود إلى المحيط البيئي بنفس السرعة التي يزول فيها. ويكون المسار الرئيسي للكاربون في هذه الدورة من المحيط الجوي Atmosphere الذي يكون المخزن الاساس له في الكائنات المنتجة وبشكل رئيسي النباتات الخضراء ومن ثم الكائنات المستهلكة ومن هاتين المجموعتين إلى الكائنات المحللة التي تتمثل بالبكتيريا والفطريات ومنا تعود إلى المحيط الجوي.

يكون الكاربون مخزون بشكل غاز CO_2 الموجود في الهواء الجوي أو ذائباً في الماء. وبالرغم من قلة كمية غاز CO_2 في الهواء الجوي حيث تبلغ نسبة حوالي (0.03٪) فإنه يلعب دوراً اساسياً ومهماً لسببين هما:

أ. قدرته على امتصاص الحرارة القادمة من الشمس والمنعكسة من سطح الارض وبالتالي يقوم بتدفئة طبقات الجو السفلية.

ب. يعتبر المصدر الاساس في عملية البناء الضوئي في النباتات Photosynthesis.

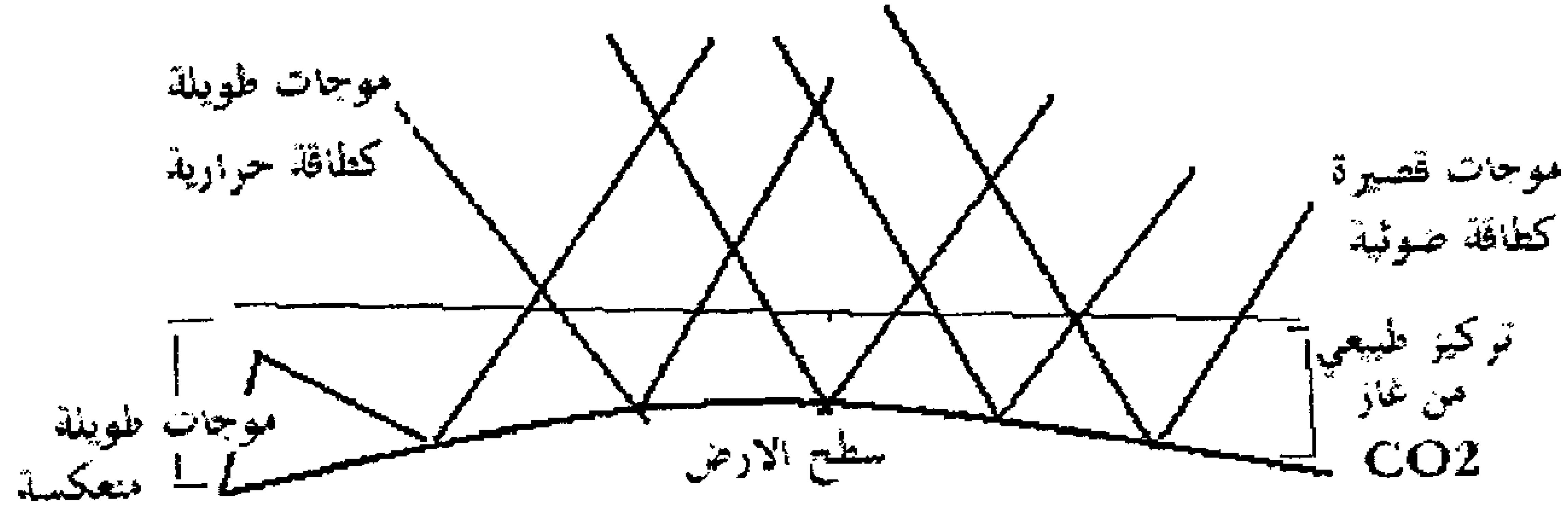
خلال عملية البناء الضوئي فإن الكربون اللاعضوي الذي هو على هيئة غاز ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 يتحول إلى كربون عضوي يثبت في الخلايا النباتية ويعود الكربون مرة أخرى إلى الجو على هيئة غاز CO_2 خلال عمليات التنفس للكائنات الحية المختلفة. وبعد موت الكائنات الحية وخلال عمليات التحلل التي تقوم بها البكتيريا والفطريات تتحلل فيها المادة العضوية وتتحول إلى غاز CO_2 فضلاً عن الأكسدة بالعوامل اللاإحيائية كارتفاع درجة الحرارة.

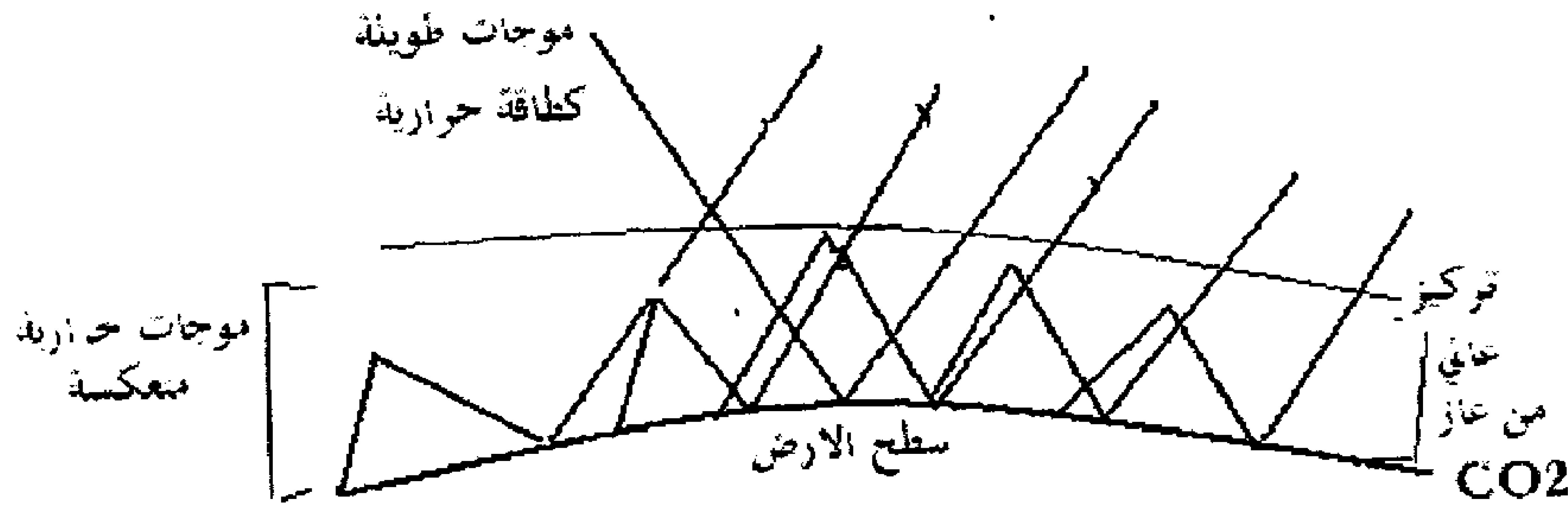


شكل (26) دورة الكاربون Carbon cycle

هناك مصـدر آخـر لتجهيـز غـاز الكـاربون بواسـطة عمليـات الاحـتراق واحتراق المواد العضوية من قبل الإنسان كالنيران الـتي تلـتهم الغابـات ودخـان المصانع ووسائط النقل المختلفة اذ تعمل على إحـراق المـواد البترولـية والفحـم وانتاج كميات هائلة من غاز الكاربون وإضافتها إلى مخزون الكاربون في الغـلاف الغازي. وهذه بالطبع ليست إضافة طبيعية ثابتـة ولكنهـا تـزداد بازديـاد الحركـة الصناعية.

ان التغيرات القليلة في تركيز غاز ثاني اوكسيد الكربون الجوي تؤدي دوراً كبيراً في التأثيرات الرئيسية في المناخ. إذ ان زيادة تركيز هذا الغاز يؤدي إلى زيادة في حرارة البيئة والـذي يعـرف بتـأثير البيـت الزجـاجي Green House Effect الذي يؤدي إلى ظاهرة الاحتباس الحراري،





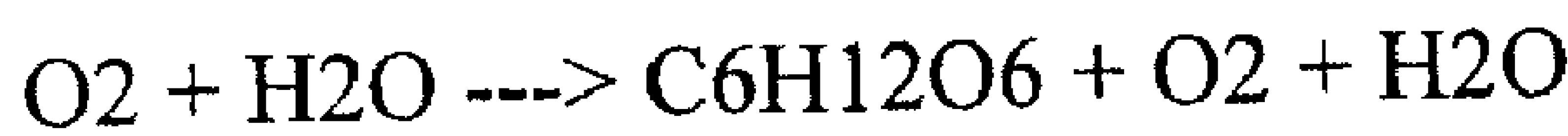
الزيادة في تركيز CO_2 تسبب ارتفاع في درجة الحرارة (ظاهرة البيت الزجاجي)

شكل (27) تركيز ثاني اوكسيد الكاربون و ظاهرة البيت الزجاجي Green House

وهذا يؤدي إلى ذوبان الكتل الجليدية القطبية أو الجبال الثلجية مما يسبب ارتفاعاً في منسوب المياه في المحيطات الذي يؤدي إلى كوارث وخسائر كبيرة في المناطق الساحلية فقد تغطي مساحات كبيرة من جملتها مدن ساحلية بالمياه. كما قد تؤدي إلى الإخلال بمستوى انتشار النباتات واحداث التصحر.

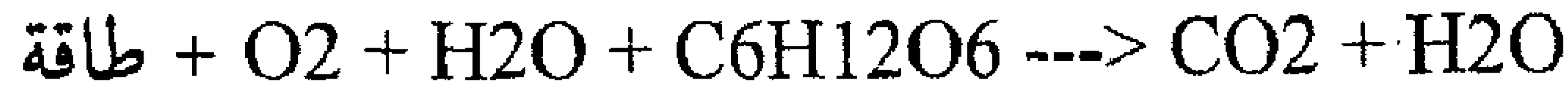
حقائق حول دورة الكاربون

- الكربون (C) يدخل الغلاف الجوي خلال عملية التمثيل الضوئي:



$O_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2 + H_2O$

- يتم إرجاع الكربون إلى الغلاف الحيوي في التنفس الخلوي:


طاقة + $O_2 + H_2O + C_6H_{12}O_6 \rightarrow CO_2 + H_2O$

كمية من CO_2 خلال السنة:

- كل عام هناك تغيير ملموس في تركيز CO_2 في الغلاف الجوي مع المواسم.

على سبيل المثال، في فصل الشتاء لا يوجد تقريبا أي الضوئي ولذلك هناك نسبة عالية من CO_2.

- وخلال موسم النمو هناك اختلافات قابلة للقياس في تركيز CO_2 في الغلاف الجوي على أجزاء من كل يوم. إلى سبيل المثال، في عملية التمثيل الضوئي شروق الشمس يبدأ امتصاص CO_2، من خلال زيادات تنفس النبات بعد ظهر اليوم، عند غروب الشمس الضوئي يتوقف ذلك على الزيادات في تركيز CO_2 في الغلاف الجوي. التغيرات التي يسببها الإنسان في دورة الكربون العالمية:

- إن الأرض هي أكثر دفئا.
- كان القرن 20 أحر في السنوات 600 الماضية.
- هذا القرن هو حوالي 1 درجة فهرنهايت أكثر دفئا من القرن الماضي
- الرصيد من الأدلة تشير إلى أن حرق الوقود الأحفوري
- (مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي)، والتي تنبعث CO^2،
- CO^2 هو غاز "البيت الزجاجي"- مصيدة الحرارة على سطح الأرض.

(H^2O بخار وغاز الميثان أيضا أمثلة من غازات البيت الزجاجي)

دلائل على الاحتباس الحراري هي:

- النباتات تبدأ في الربيع تزهر قبل 8 أيام مقارنة قبل 11 عام.

- طيور في المملكة المتحدة تضع بيضها في وقت مبكر.
- البراعم على الأشجار تظهر مبكرة تسقط أوراق الشجر في وقت لاحق الشمالية نصف الكرة الغربي.
- ألاسكا، شمال غرب كندا، وسيبيريا قد قد ارتفعت درجات فهرنهايت بقدر 5 درجات فهرنهايت في السنوات ال 30 الماضية.

2. دورة النتروجين: Nitrogen

يعتبر الهواء الجوي المخزن الرئيسي للنتروجين الغازي والذي يكون اكثر العناصر شيوعاً ضمن الغلاف الجوي اذ يكون حوالي (78٪) بالحجم من الهواء المحيط بالكرة الارضية ولهذا فإن دروته الشاملة توفر بديلاً ثابتاً تقريباً لما يثبت من قبل الاحياء الدقيقة التي توفر كل ما يحتاجها النباتات في حياتها تقريباً.

يعتبر النتروجين من اكثر العناصر الغذائية شيوعاً في التربة، واكثر العناصر الغذائية نقصاناً في التربة، واكثر العناصر الغذائية التي يمتصها النبات.

مصادر النتروجين يمكن تقسيمها إلى اربعة مصادر هي:

أ- المعادن الاولية والصخور أو مادة الأصل التي تكونت منها التربة.

ب- عملية تثبيت النتروجين الجوي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

ج- المادة العضوية الناتجة من تحلل مخلفات النباتات والحيوانات.

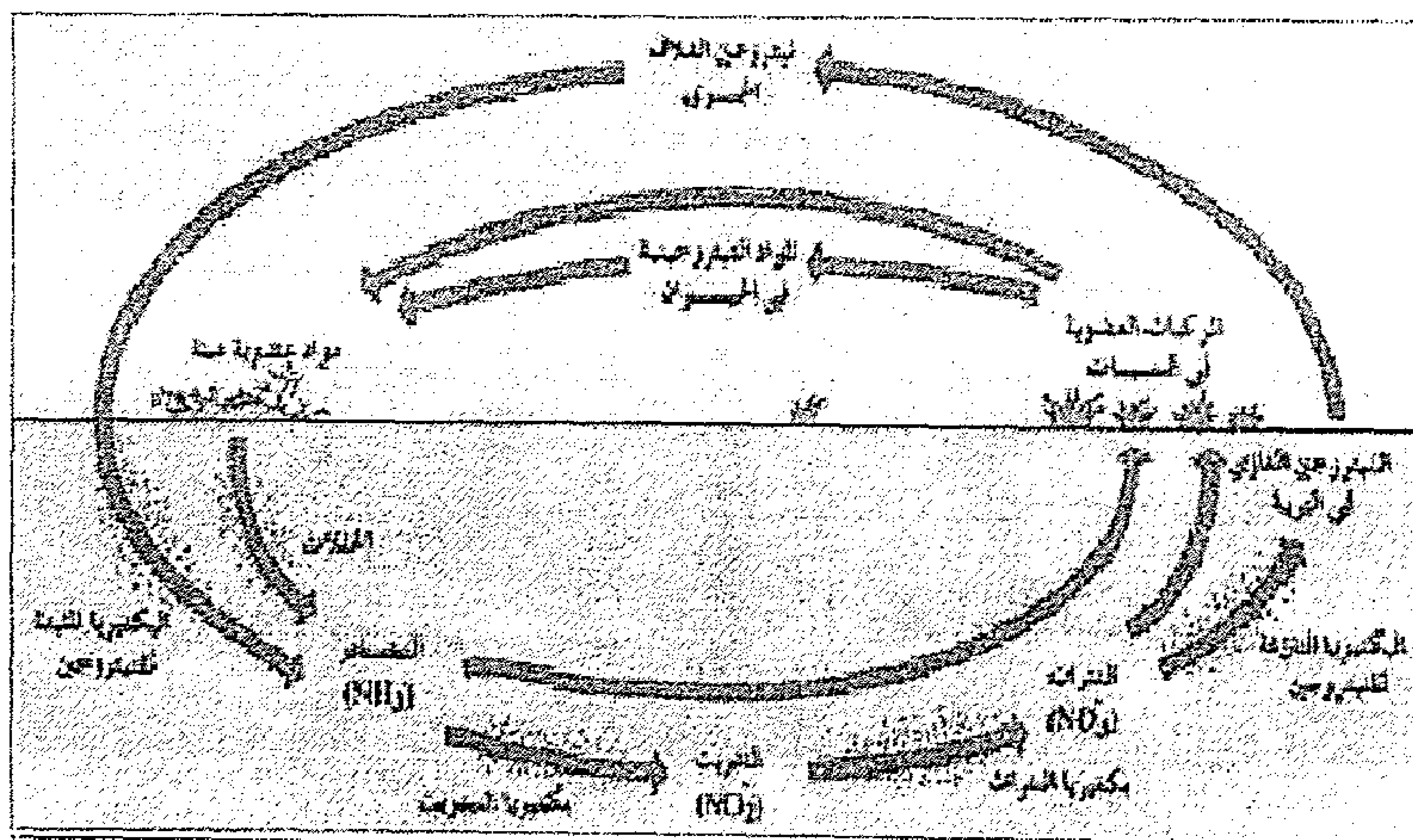
د. وهناك عامل آخر وهو المصدر الصناعي اي إضافة الاسمدة الصناعية على الرغم ان دورة النتروجين في السلسلة الغذائية معقدة بعض الشيء ولكنها تبدأ بواسطة بعض أنواع البكتيريا والطحالب التي تثبت النتروجين من حالته الغازية إلى صورة أملاح النتريت والنترات، وتسمى هذه الكائنات بالكائنات المثبتة للنتروجين. وهي:

أ) البكتيريا غير التعايشية المثبتة للنتروجين. Asymbiotic Nitrogen Fixing Bacteria أو تسمى البكتيريا حرة المعيشة مثل البكتريا الهوائية ازوتوباكتر Azotobacter والبكتيريا اللاهوائية كلوستيريديوم Clostridium.

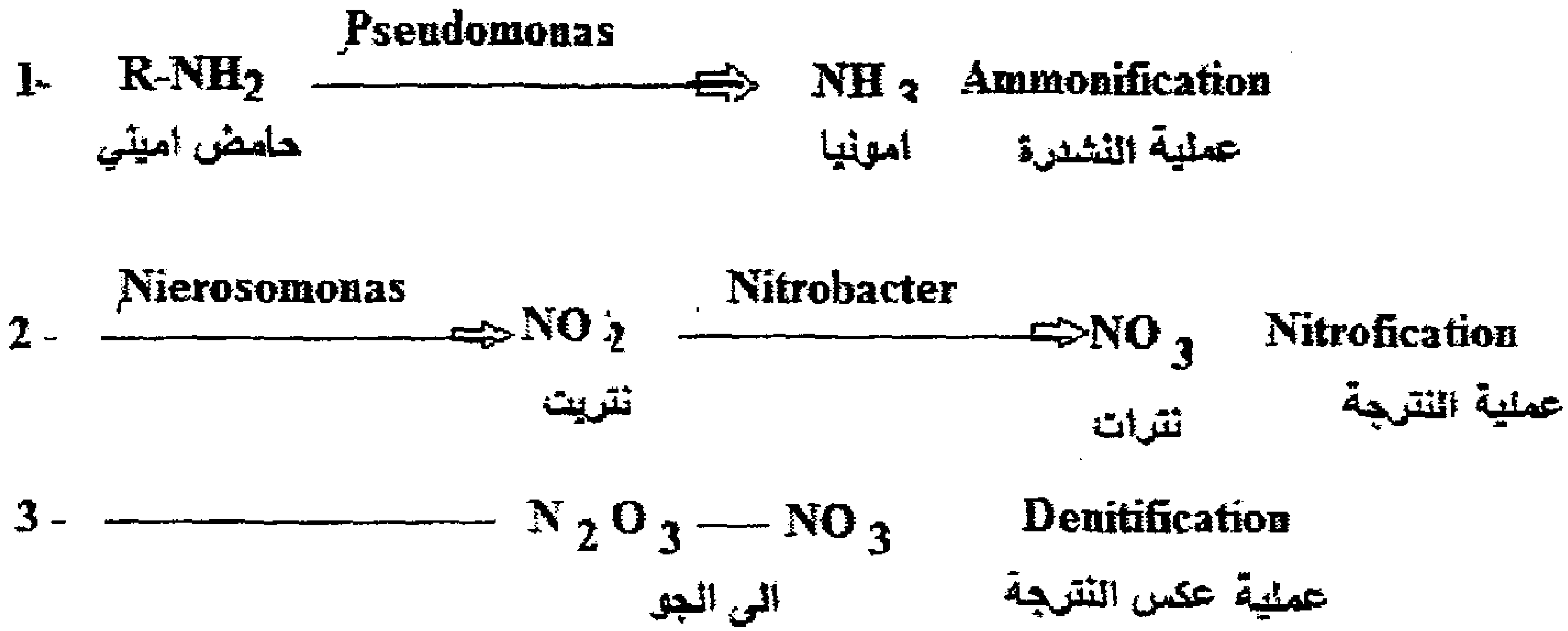
ب) البكتيريا التعايشية المثبتة للنتروجية: Symbiotic Nitrogen Fixing Bacteria. المتواجدة في العقد الجذرية لبعض النباتات البقولية كالبرسيم والجت والباقلاء مثل بكتيريا لعقد الجذرية رايزوبيوم Rhizobium.

ج) بعض الطحالب الخضراء المزرقة: Blue Green Algae تثبت النتروجين مثل الطحالب الانابينا Anabaena في حقول نبات الرز وطحلب النوستوك Nostoc.

د) ويمكن ان تتم عملية تثبيت النتروجين بواسطة التأثير المؤين للبرق تسمى Electrification الكهربة، ويصل إلى التربة كأكاسيد للنتروجين.



شكل (28) دورة النتروجين Nitrogen



ان للبكتيريا دوراً واضحاً في عمليات التحلل للمركبات النتروجينية خلال عمليات ثلاثة هي:

أ. النشدرة Ammonification،

ب. النترجة Nitrification،

ج. عكس النترجة De-nitrification التي يشارك فيها اكثر من نوع من البكتيريا. إذ تساعد بكتيريا النشدرة مثل بسودوموناس pseudomonas في تحلل الحوامض الامينية (-NH$_3$ group) وانتاج الامونيا HN$_3$. وهذه الامونيا بدورها تتأكسد وتتحول إلى نتريت NO_2^- بسرعة بواسطة بكتيريا النتريت مثل نايتروسوموناس Nitrosomonas ومن ثم تتحول إلى النترات NO_3 بواسطة بكتيريا النترات مثل نايتروباكتر .Nitobacter.

وهناك بعض الانواع من البكتيريا تساعد على ارجاع النتروجين إلى صيغته في الجو اي تعيد النتروجين المثبت من التربة إلى المحيط الجوي بواسطة عملية تسمى عكس النترجة De-nitrification وهي عملية اختزال ميكروبي للنترات أو النتريت إلى غازات النتروجين يفقد ويتطاير في الجو. وهذه البكتيريا هي الثايوباسيليس Thiobacillus denitrificans وبكتيريا مايكروكوكس

ان وجود هذه الانواع من البكتيريا له أهمية كبيرة Micrococcus denifricans في المحافظة على الانسياب الدوري للنتروجين من خلال اي نظام بيئي.

وتعد عملية اخذ النبات للنتروجين في اشكاله اللاعضوية كالنترات مقياساً جيداً للتوازن بين التحلل البروتيني والتأثير البكتيري والانتاجية الاولية. فعند تواجد النترات في تراكيز عالية في اي مسطح مائي يمكن ان يكون دليلاً على الاثراء الغذائي Eutrophication وهي عملية تشجع نمو الاشنات والنبات في المسطحات المائية نتيجة زيادة المحتوى الغذائي للمياه.

حقائق حول دورة النايتروجين

النيتروجين (N) هو المكون الأساسي في البروتين والحمض النووي DNA، RNA، والكلوروفيل.

- N هو الغاز الأكثر وفرة في الغلاف الجوي، ولكن يجب تحويلها إلى شكل قابل للاستعمال

طرق تثبيت النيتروجين:

1) تثبيت الطاقة عالية

أ- كمية صغيرة في الغلاف الجوي يثبت بواسطة البرق.

ب- الطاقة العالية يجمع بين N وH_2O تنتج الأمونيا (NH_3) والنترات (NO_3). هذه الأشكال تنقل إلى الأرض في هطول الأمطار.

2) التثبيت البيولوجي: يصل إلى 90٪ من النيتروجين المثبت

يتم تقسيم النيتروجين في الغلاف الجوي (N_2) وجنبا إلى جنب مع الهيدروجين (H) الذرات لتكوين الأمونيا.(NH_3)

تثبيت النيتروجين

- البكتيريا التكافلية (مثلا اجناس الريـزوبيم Rhizobium spp) الـذين تعـيش تعايشيا مع البقوليات والعقد الجذرية (النباتات في عائلة البازلاء)، والتي لا تحتوي على عقد (على سبيل المثال Alnus SPP).
- البكتيريا اللاهوائية التي تعيش بحرية
- الطحالب الخضراء المزرقة (البكتيريا الزرقاء).

NH_3 في التربة يجمع مع H + الأيونات لتشكيل الأمونيوم أيون (NH_4)، أو دون ذلك لتشـكيل NH_4 .NO_3 ويـتم امتصـاص NO_3 بسـهولة مـن قبـل النباتات.

مصادر الأكسجين Sources of Oxygen:

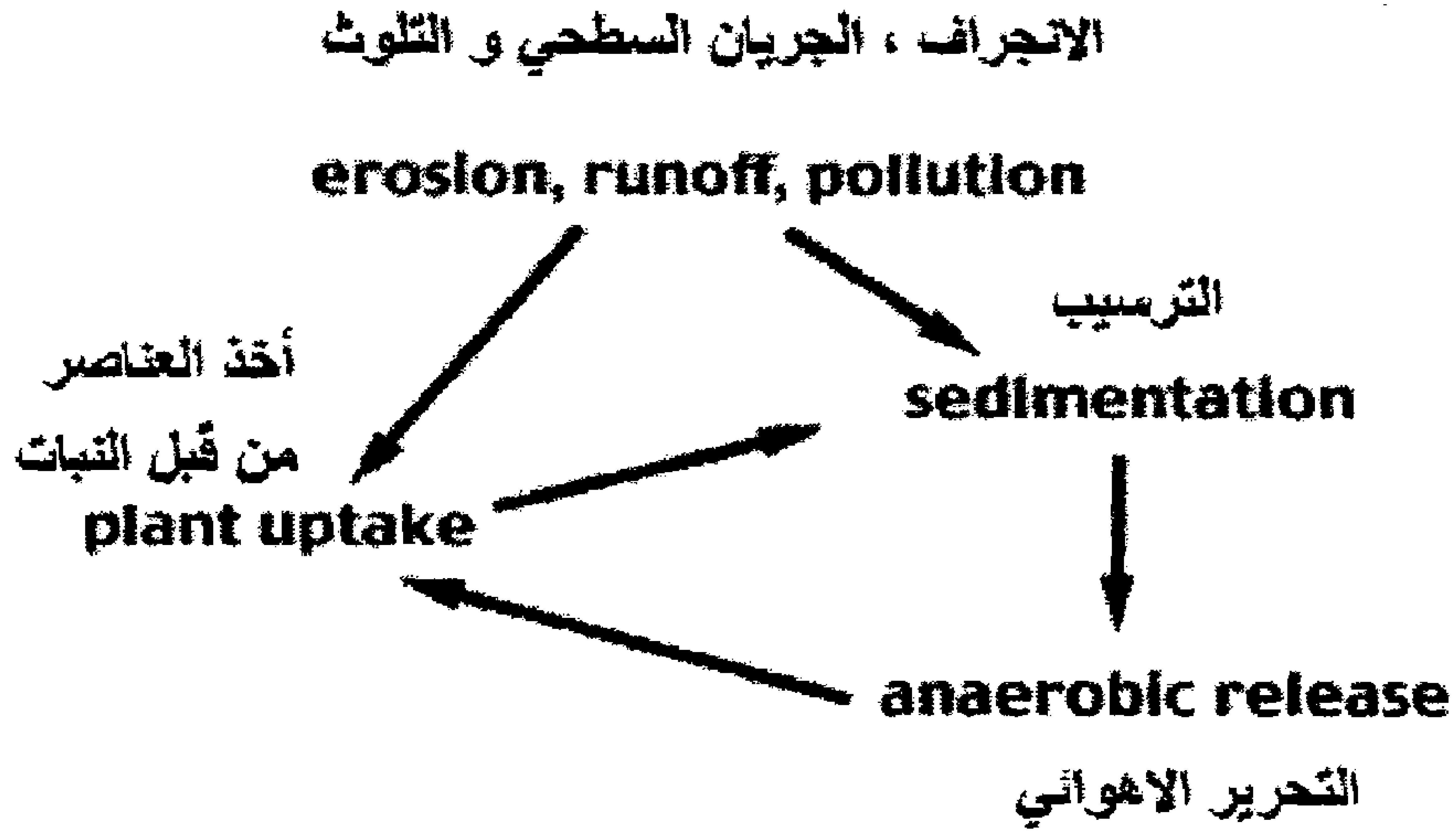
- photodisassociation من بخار H_2O
- التمثيل الضوئي
- بما ان الاوكسجين فعال جدا دورته في الطبيعة تكون الدورة معقدة
- كمكون من CO_2 أنه يدور بحرية في جميع أنحاء المحيط الحيوي.
- يتحد بعض CO_2 مع الكالسيوم لتشكيل الكربونات.
- يتحد O_2 مع مركبات النيتروجين لتشكيل النترات.
- يتحد O_2 مع مركبات الحديد لتشكيل الحديد أكاسيد.
- عملية التمثيل الضوئي والتنفس
- يتم اختزال O_2 في التروبوسفير إلى O_3 (الأوزون).
- O_3 في مستوى الأرض يعتبر من الملوثات التي تضر الرئتين.

الدورات الرسوبية: Sedimentary cycles

دورة الفسفور: Phosphorus

الفسفور من العناصر الاساسية الضرورية للحياة فهو يدخل في تركيبة الخلية لجميع الاحياء، ويؤدي دوراً رئيسياً في خطوات متعددة في العمليات الايضية فهو من العناصر الاساسية في بنية جزيئة الـ DNA والـ RNA. ومن العناصر الاساسية في المركبات الطاقة ATP ثلاثي فوسفات الادينوسين. فضلاً عن اشتراكه في تركيب الليبيدات المفسفرة التي تدخل في تركيب العضويات والاغشية الخلوية. اما الفسفور اللاعضوي فيكون على هيئة ايونات الفسفور $PO_4^{=}$ و $HPO_4^{=}$ وH_2PO_4 والتي تمتصها النباتات وتثبت في الخلايا خلال العمليات الايضية. اما الخزين الاساسي للفسفور في الطبيعة فهو الصخور الفوسفاتية (معدن الابتايت Apatite) وبقايا ذرق الطيور (الغوانو) وفضلات الاسماك والعظام والترسبات في الحيوانات المتحجرة. ويتدفق الفسفور من هذه العناصر خلال عمليات التآكل والتعرية Erosion والانجراف فضلاً عن عمليات التنقيب واستخدامات الاسمدة المختلفة.

إن الدورة الكيمياوية الارضية الحياتية للفسفور يمكن ان تتوضع كما في الشكل الاتي:



شكل (29) دورة الفسفور: Phosphorus

حقائق عن دورة الفوسفور

- من مكونات DNA، RNA، ATP، البروتينات والانزيمات
- يدور في دورة الرسوبية
- خير مثال كيفية تصبح العناصر المعدنية جزءا من الكائن الحي.
- مصدر الفسفور (P) هي صخور.
- يتم تحريرها في الدورة من خلال التعرية أو التعدين.
- - وهو قابل للذوبان في H_2O كما الفوسفات (PO_4)- يتم اخذه من قبل جذور النباتات، ثم ينتقل عن طريق السلاسل الغذائية ويعاد إلى الرواسب

حقائق عن دورة الكبريت

مكون من مكونات البروتين

- دورات في كل من الدورة الغازية ودورة الرسوبية.

- المصدر الكبريت هو الغلاف الصخري (في القشرة الأرضية)
- الكبريت (S) يدخل الغلاف الجوي بصورة
- كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أثناء احتراق الوقود الأحفوري، البركاني تبادل الغازات في أسطح المحيطات، والتحلل.
- يتأكسد H_2S على الفور لثاني أكسيد الكبريت (SO_2)
- SO_2 وبخار الماء يكون H_2SO_4 (حمض الكبريتيك الضعيف)، ثم يتم نقله إلى الأرض في سقوط الأمطار.
- يؤخذ الكبريت في شكل قابل للذوبان من قبل جذور النباتات ويدمج في الأحماض الأمينية مثل السيستين cysteine. ومن ثم ينتقل عن طريق السلسلة الغذائية ويتم تحريرها في نهاية المطاف من خلال التحلل.

قوانين التحمل والعوامل المحددة: Tolerance laws & Limiting factors

يتأثر توزيع الكائنات الحية وانتشارها على الكرة الارضية بطبيعة تحملها للتغيرات في العوامل البيئية بصورة عامة، والتي تشمل عدد من العوامل كالحرارة والرطوبة والضوء والرياح وطبيعة التربة ونوعية الاحياء المتواجدة في تلك المنطقة وغيرها من العوامل. وعلى هذا الاساس يمكن تفهم أنماط الوفرة والانتشار للمجاميع الحياتية نباتية أو حيوانية.

يلاحظ ان بعض الانواع من الكائنات الحية ذات مستويات تحمل عالية لعدد من العوامل البيئية مما جعلها تمتلك القدرة على الانتشار الواسع في مناطق مختلفة مثل العصفور وورد الجوري والثيل واشجار اليوكالبتوس. وهناك انواع أخرى تعيش في منطقة محددة اي انها محدودة الانتشار وذلك لعدم تحملها لبعض العوامل البيئية مثل الدببة واشجار النخيل والبلوط والجوز واللوز.

لقد اهتم علماء البيئة في دراسة تحمل الكائنات الحية أو عدمه للعوامل البيئية المختلفة وعلاقة ذلك في الصفات المورفولوجية والفسيولوجية.

ويمكن القول ان وجود اي كائن حي أو مجموعة من الكائنات الحية واستمرارها في بيئة معين يعتمد في الاساس على مجموعة متداخلة من العوامل، وان اي من هذه العوامل تكون في مدى التحمل لبقاء ذلك الكائن الحي في المنطقة.

قانون ليبج للحد الادنى: Leibig's law of the minimum

اوضح العالم الالماني Liebig عام 1840 بأن هناك علاقة بين نمو الكائنات الحية وديمومتها في بيئتها الطبيعية وبين توفر الظروف البيئية والعوامل التي يحتاجها الكائن الحي.

وينص قانون ليبج Liebig على ان المواد الاساسية المتوافرة في موطن Habitat الكائن الحي بكميات قليلة جداً يقترب مقدارها من الحد الادنى الحرج الضروري لحياة الكائن الحي ونموه تعد هي العامل المحدد لذلك النوع من الاحياء.

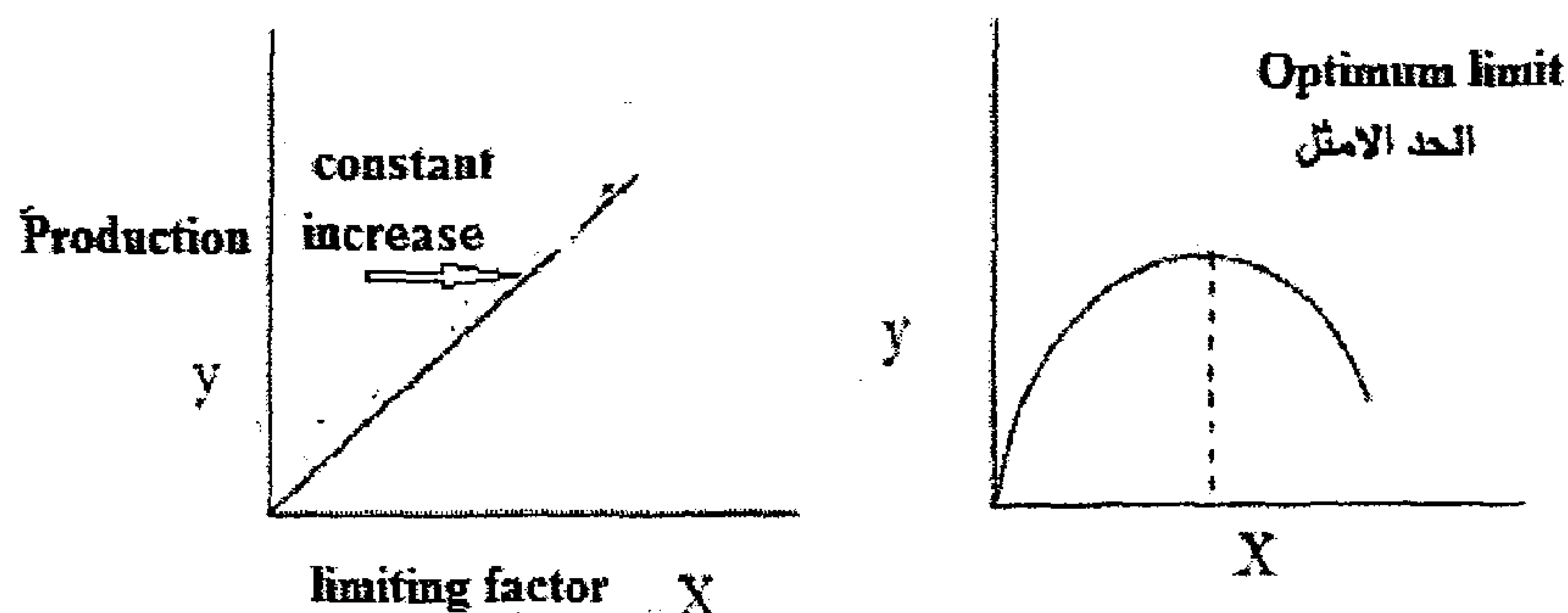
لذا سُمي قانون ليبج بقانون الحد الادنى Law of minimum.

بدأ ليبج عمله على النباتات إذ اشار إلى ان نمو النباتات يعتمد على كمية المادة الغذائية التي توفر لها بمقدار الحد الادنى.

إذ عرّف limiting factor العامل المحدد بما يلي:

"أن العنصر الغذائي الموجود في التربة أو في وسط النمو بأقل كمية لتلبية حاجة النبات مقارنة بالعناصر الاخرى يكون هو العامل المحدد للإنتاج".

اي ان إضافة اي كمية من العنصر المحدد فأن الانتاج سيزداد بصورة مضطردة ثابتة.



شكل (30) الانتاجية والعوامل المحددة

ثم وضع العالم Wollny عام 1897 قانون الحد الامثل Law of optimum وهو انه بإضافة العامل المحدد فسيزداد الانتاج عن الحدود الدنيا ليصل إلى الحد الأمثل ثم يبدأ الإنتاج بالانخفاض بزيادة العامل المحدد للإنتاج.

وقد توسع الباحثون بعدئذٍ ليشمل عوامل مختلفة أخرى كالعوامل الفيزياوية مثل الضوء والحرارة والرطوبة والعوامل الكيمياوية والبيولوجية فضلاً عن عامل الزمن.

قانون شيلفورد للحد الاعلى : Shelford's law of the maximum

يعتمد تواجد الكائن الحي في مواطن ما على أمور عدة، كما ان غياب الكائن الحي أو فشله في التواجد في موطن ما يمكن السيطرة عليه خلال زيادة أو نقصان نوعاً أو كماً لبعض العوامل والتي يمكن ان تقترب من حدود التحمل لذلك الكائن.

لقد قام العالم شيلفورد في عام 1921 بتوسيع قانون الحد الادنى مما جعله يعلن عن قانون الجديد المسمى بقانون شيلفورد للتحمل Shelford's law of tolerance أو قانون الحد الاقصى الحرج يستطيع ان يوقف نمو الكائن الحي وتكاثره في بيئته الطبيعية وبذلك سوف يخرج من تلك المنطقة). لذا فإن قيمة العامل وكميته يجب ان تبقى دون الحد الاقصى الحرج لتحمل الكائن الحي.

ويمكن ان يعّرف هذا القانون (ان بقاء أو عدم بقاء الكائن الحي في موطن ما يعتمد على عوامل متداخلة عدة ومعقدة وان زيادة كمية أو نسبة اي من العوامل لتقترب من حدود تحمل الكائن الحي تحدد بقاءه).

من المفهوم اعلاه فإن قانون شيلفورد للتحمل يناقض لحد ما قانون ليبج للحد الادنى اذ يوضح شيلفورد ان بقاء أو عدم بقاء الكائن الحين لا يحدده قلة أو ندرة العامل فحسب بل ان كثرة العامل كذلك تحدد وجود هذا الكائن الحي.

فعلى سبيل المثال ان ارتفاع درجات الحرارة أو زيادة شدة الضوء أو زيادة كمية سقوط الامطار غالباً ما تؤدي إلى القضاء على العديد من الكائنات الحية التي لا تتحمل هذه الزيادات وفي مناطق مختلفة. لقد مهّد قانون التحمل الطريق إلى تفهم الحدود التي يمكن ان تعيش فيها مختلف الكائنات الحية الراقية منها والواطئة في الطبيعة مما ساعد على إدراك توزيع الاحياء وانتشارها في البيئة الطبيعية.

المفاهيم الأساسية في تطبيقات قانون التحمل:

1. ان الكائنات الحية التي لها مدى تحمّل واسع لمعظم العوامل البيئية هي التي تكون اوسع الكائنات الحية انتشاراً في الطبيعة واكثرها احتمالاً على البقاء.

2. ان بعض الكائنات الحية تمتلك مديات واسعة للتحمل لبعض العوامل البيئية في حين لها مديات تحمل ضيقة لعوامل أخرى.
3. ان نقص كمية ما أو عامل ما في الطبيعة يؤثر سلباً أو إيجابياً على مدى التحمل لعامل آخر.
4. ان مديات التحمل لعامل من العوامل البيئية غالباً ما يتغير مكانياً وزمانياً.
5. ان العلاقات بين الكائنات الحية المختلفة كالتنافس والتطفل والافتراس لها دور واض في التأثير على انتشار تلك الاحياء في مديات تحملها.

مفهوم الجمع (بين قانون الحد الادنى والحد الاعلى) للعوامل المحددة:

Combined concept of limiting factors.

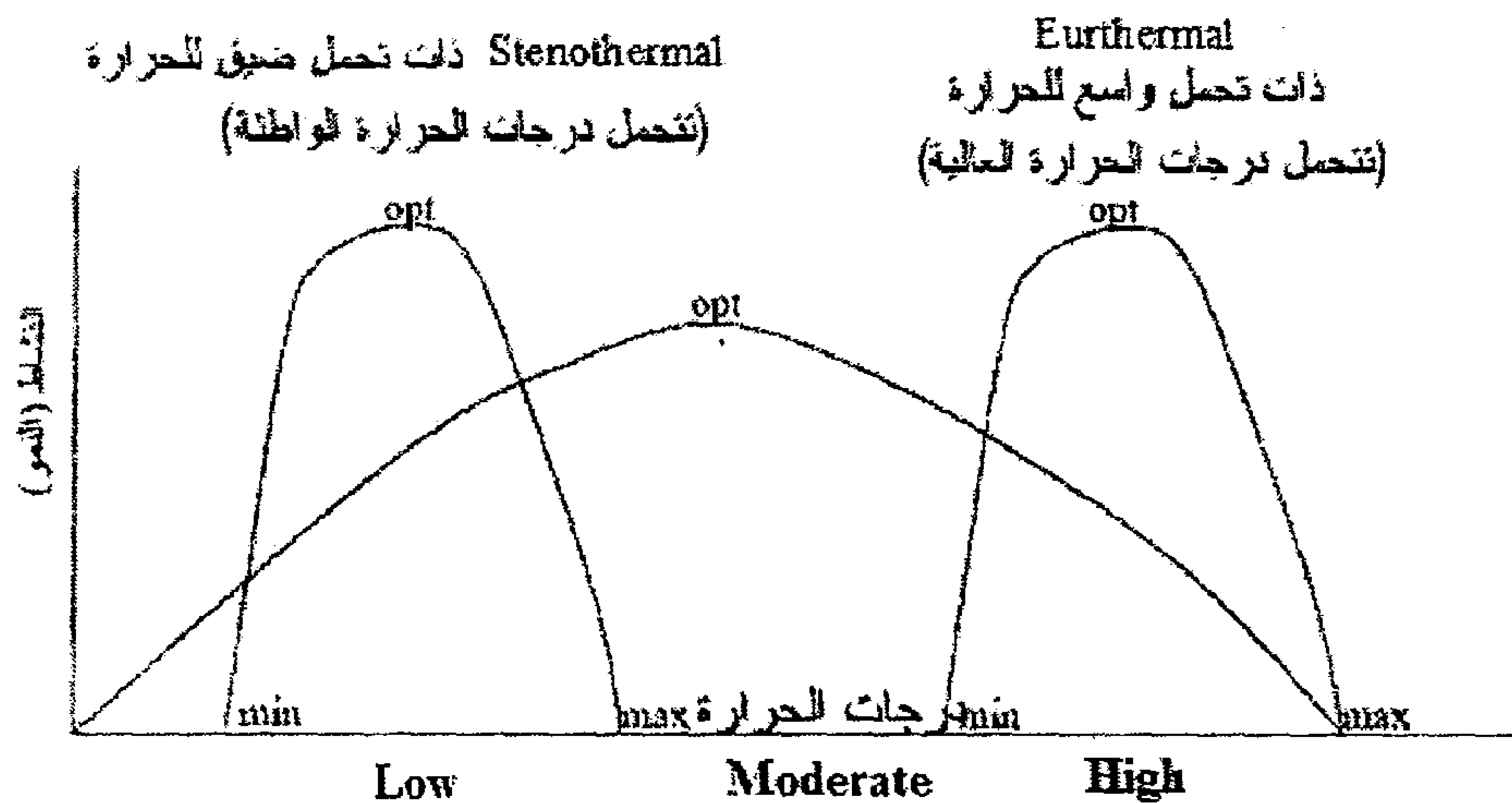
هناك قانون آخر يتعلق بالعوامل المحددة ومستويات التحمل وهذا القانون ينص على: (ان بقاء الكائن الحي أو عدمه يعتمد على مجموعة من العوامل والظروف البيئية المتباينة، وان اي من العوامل اذا اقترب من حدود التحمل أو تعداه يقال عنه يمثل العامل المحدد).

اي ان العوامل المختلفة من حيث الكمية والنوعية يجب ان تتواجد بحد أدنى في الأقل وذلك في المحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي وان يكون ضمن مدى تحمل الكائن الحي في ذلك النظام البيئي.

اي انه كلما زاد تحمل الكائن الحي للظروف البيئية المحيطة به أزداد انتشاره وتحمله. وان مدى تحمل الكائن الحي للظروف البيئية تختلف باختلاف الكائن الحي.

فلو أخذنا مثالاً على ذلك حيوانات الجمال والبطريق فكلاهما من

الكائنات الحية قليلة التحمل اي ذات مدى تحمل ضيق ولكن باختلاف واضح، فالجمال تعيش في المناطق الصحراوية الحارة وتتحمل درجات الحرارة العالية والظروف البيئية القاسية الناتجة عن ذلك ولكنها لا تتحمل البرودة أو الانخفاض الكبير لدرجات الحرارة العالية، علماً بأن انتشار الاثنين يكون محدوداً، وهذا يمكن توضيحه في الشكل الآتي:



شكل (31) علاقة النمو بمستويات درجة الحرارة.

ان مديات التحمل للعديد من العوامل البيئية تستعمل بشكل واسع من قبل علماء البيئة في وصف الكائنات الحية بالاشارة إلى كونها ضيقة التحمل (Steno) أو تكون واسعة التحمل (Eury) وكما يلي:

العامل البيئي	مدى تحمل ضيق	مدى تحمل واسع
الحرارة	Stenothermal	Eurthermal
الرطوبة	Stenohydric	Euryhydric
الملوحة	Stenohalic	Euryhalic
الغذاء	Stenphagic	Euryphagic

العوامل المؤثرة ذات الأهمية كعوامل محددة:

سنتطرق هنا إلى العوامل البيئة اللا أحيائية الفيزياوية منها والكيمياوية ذات الأهمية البالغة والتي لها تأثير محدد على الكائنات الحية وانتشارها.

اولاً: درجة الحرارة Temperature

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل البيئية ذات التأثير المحدد للكائنات الحية، إذ تعد من العوامل الأساسية المؤثرة في العمليات الايضية Metabolism لكل الكائنات الحية كالتنفس والتفاعلات الانزيمية المختلفة. Optimum temperature فضلاً عن مدى معين من درجات الحرارة. وهناك اختلاف واسعة بين المديات لتحمل الكائنات الحية المختلفة من درجات الحرارة، إذ أن المدى الحراري يعتمد على عوامل داخلية وخارجية وهي:

أ. الصفات الوراثية.

ب. العمر.

ج. بيئة الكائن الحي.

وقد تتأقلم بعض الاحياء إلى مديات من درجات حرارة عالية أو منخفضة خارج المدى المحدد لذلك الكائن الحي من خلال بعض التكيفات التي تمتلكها الكائنات الحية لمقاومة درجات الحرارة في حديها الادنى والاعلى وهذه التكيفات هي: Adeptation

1. التكيفات الفسلجية.
2. التكيفات التركيبية لمقاومة التغير في درجة الحرارة.
3. التكيفات السلوكية.

ثانياً: الرطوبة: Humidity

يعد عامل الرطوبة ذات اهمية واضحة في بيئة اليابسة، إذ ان الرطوبة يقصد بها توافر جزيئات الماء في الغلاف الجوي أو في سطح التربة أو في أعماقها. ويشمل مفهوم الرطوبة التساقط Precipitation بأنواعه المختلفة كالأمطار والثلوج والندى والتي تعد المصدر الرئيسي للرطوبة في التربة.

ان فترة سقوط الامطار وكمياتها تؤثر في انتشار الكائنات الحية المختلفة خاصة النباتات ومن ثم الحيوانات وصولاً إلى الإنسان. وهناك تفاوت كبير في معدلات التساقط في مناطق العالم المختلفة، فهناك امطار غزيرة في جميع الفصول في المناطق الاستوائية، في حين هناك امطار فصلية في المناطق الاخرى.

ويمكن تقسيم العراق اعتماداً على معدلات سقوط الامطار إلى اربع مناطق رئيسية هي:

1. الصحارى: تتمركز في المنطقتين الجنوبية والغربية ويكون معدل سقوط الامطار سنوياً (أقل من 100ملم).
2. السهول المنبسطة: وتتواجد في منطقة ما بين النهرين دجلة والفرات في وسط العراق ويتراوح معدل سقوط الامطار السنوي ما بين (100-200ملم).
3. المنطقة المتموجة: وتقع شمال منطقة السهول ويتراوح معدل سقوط الامطار السنوي ما بين (200-500ملم).
4. المنطقة الجبلية: وتشمل منطقة السلاسل الجبلية في الشمال والشمال الشرقي من القطر ويتراوح معدل سقوط الامطار السنوي ما بين (700-1200ملم).

واعتماداً على توفر الرطوبة يمكن تقسيم النباتات إلى ثلاث مجاميع رئيسية هي:

1. النباتات المائية Hydrophytes تعيش هذه النباتات في وسط مائي.
2. النباتات الوسطية Mesphytes تحتاج هذه النباتات إلى كمية معتدلة من الماء.
3. النباتات الصحراوية Xerophytes تعيش هذه النباتات في بيئة صحراوية قاحلة.

ثالثاً: الضوء: Light

يطلق مصطلح الضوء على الجزء المرئي Visible radiation من الاشعاع الشمسي Solar radiation وهذا الإشعاع يعد مصدراً للطاقة الكلية للأرض تقريباً حيث يكون على هيئة موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي يتراوح بين (290–5000) مليميكرون أما الضوء فهو جزء من ذلك الإشعاع ويقع بطول موجي يترامح بين (380–760) مليميكرون.

يعد الضوء من العوامل المهمة في النظام البيئي وترجع اهميته الى:

1. الضوء مصدر للطاقة المهمة في عملية البناء الضوء.
2. يعمل على بناء الكلوروفيل والصبغات الاخرى وبذلك يكون مسؤول عن تلوين النباتات والحيوانات.
3. ضروري للإبصار فبدونه تتغير اوضاع الكثير من الاحياء وتصرفها.
4. يؤثر على نمو النباتات من حيث تأثيره على إنبات البذور، موقع وعدد البلاستيدات الخضراء، غلق وفتح الثغور، عملية النتح، عملية التزهير.
5. يعد الضوء محفزاً للتواقت اليومي أو الفصلي للكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية.

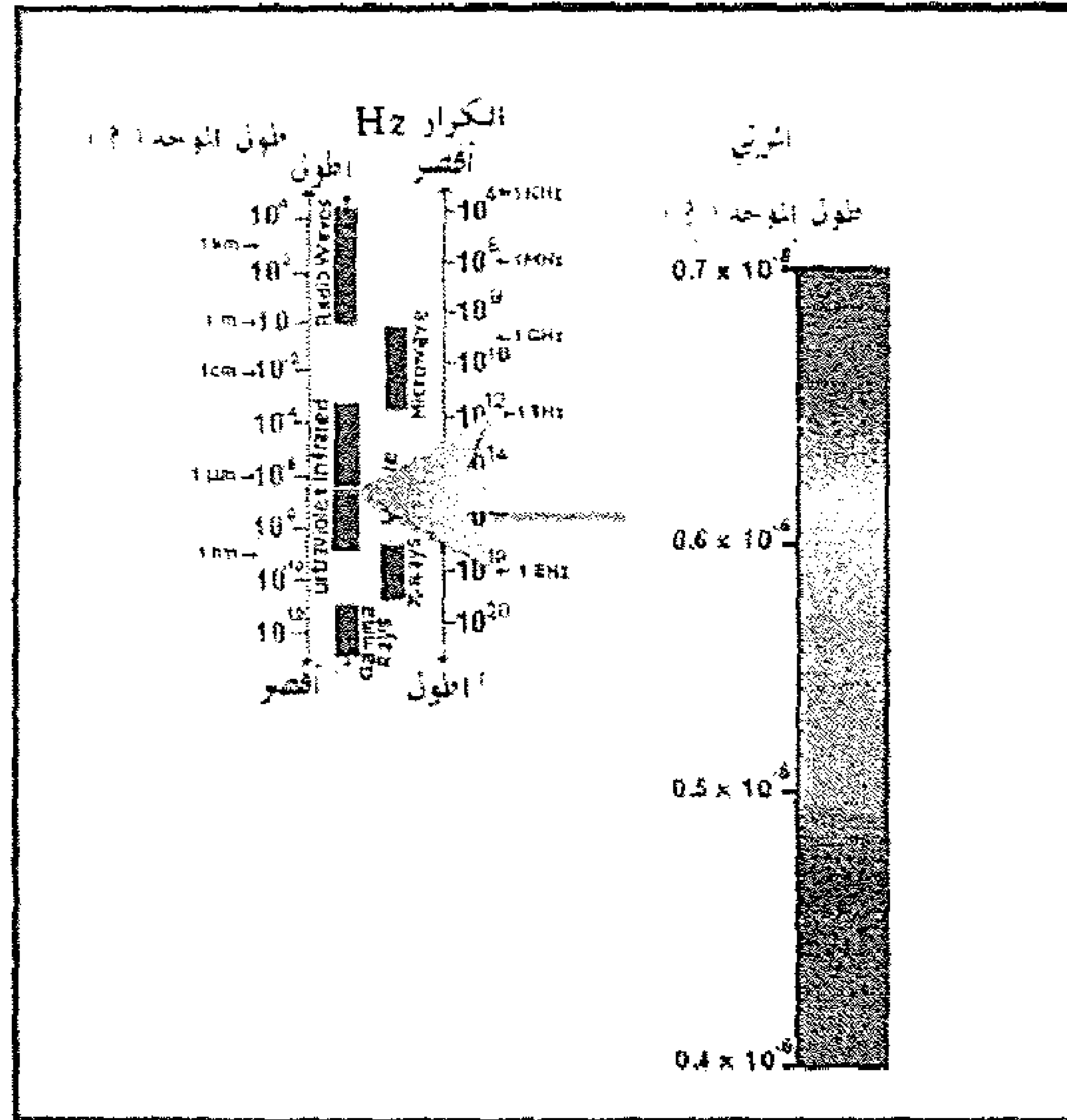
ولفهم اهمية الضوء كعامل بيئي فلابد من التطرق إلى ثلاثة امور اساسية وهي:

أ. شدة الضوء ب. نوعية الضوء ج. طول الفترة الضوئية

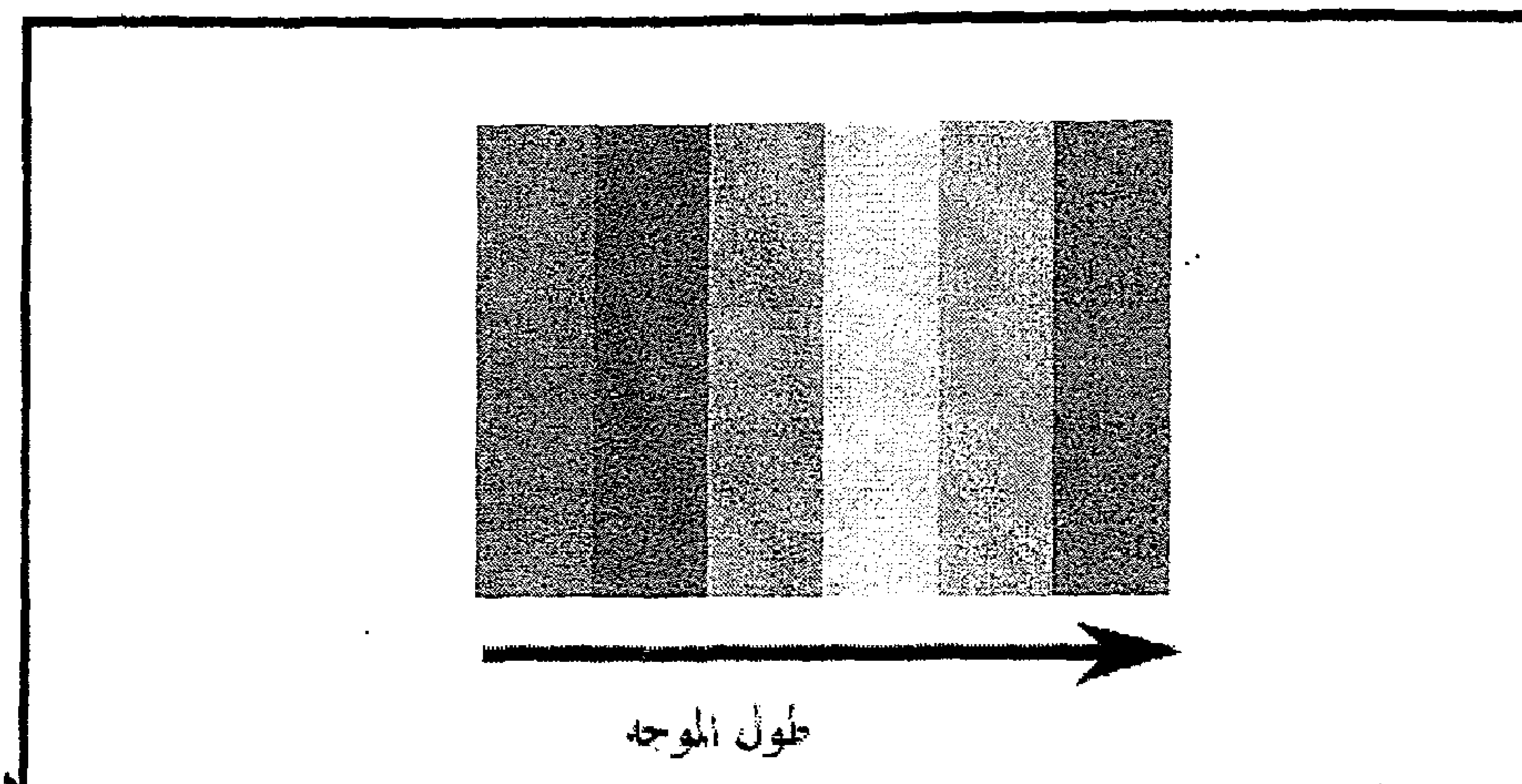
الضوء Light

ان مصدر الضوء هو الاشعاع الشمسي Solar Radiation الذي يمد النباتات بالطاقة المطلوبة لقيامها بعملية البناء الضوئي Photosynthesis التي من خلالها يتم تثبيت غاز ثنائي اوكسيد الكربون إلى مادة عضوية (سكريات) تكون الاساس في غذاء النبات الذي يكون بدوره غذاء للمستويات الاغتذائية الاخرى كالحيوانات. ويقصد هنا في الضوء بالاشعاع المرئي

(كونه يرى بالعين المجردة)، الذي يمثل طول الموجات المحصورة بين 400-760 ملي مايكرون ويؤلف تقريبا 40-60٪ من مجموعة الاشعاع الشمسي الذي يصل يطح الكرة الارضية اعتمادا على حالة الجو (غائما أو صحوا).



(أ)



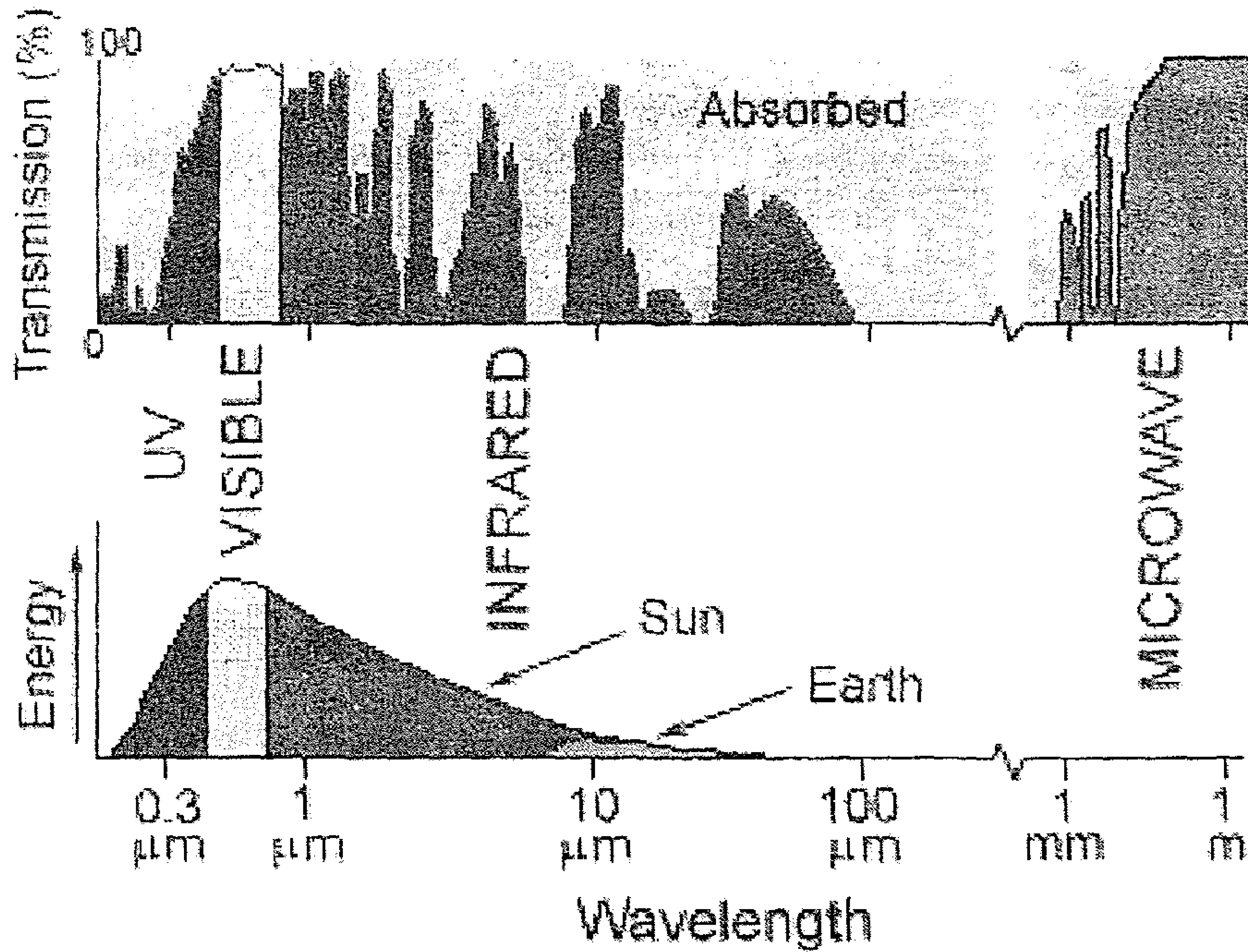
(ب)

شكل (32 أ و ب) الضوء والطول الموجي

الازرق والاخضر والاحمر هي الالوان الاولية أو اطوال الموجات المرئية للطيف. كل الالوان الاخرى يمكن ان تتكون من تركيب الازرق والاخضر والاحمر بنسب مختلفة. ونلاحظ ضوء الشمس من تجانس الالوان. والحقيقة يتكون من اطوال موجات اشعة الجزء تحت الأحمر والمرئي وفوق البنفسجي للطيف. لجزء المرئي من الإشعاعِ يُمْكِنُ أنْ يلاحظ في ألوانِه المكوّنةِ عندما نورِ الشمس يُمرُّ من خلالِ موشور، الذي يَحني الضوءَ بكميات مختلفة حسب طول الموجه. نّ الجزءَ المهم الاخر من الطيف الأشعة تحت الحمراءُ (IR) المنطقة التي تغطّي مدى طولَ الموجة مِنْ 0.7 µm إلى 100 µm تقريباً- أكثر مِنْ 100 مرة بعرضِ الجزءِ المرئيِ. IR المنعكس، وIR المَبْعُوث أو الحراري. الإشعاع في المنطقةِ المنعكسةِ IR تستعمل لأغراضِ التحسس النائي بطرقِ مشابهة جداً للإشعاعِ في الجزءِ المرئيِ. يَغطّي IR المنعكس أطوال الموجة مِنْ 3.0 µm إلى 100 µm تقريباً. الأوزونُ Ozone يساعد على امتصاص الاشعة الضارة (اكثر الاشياء الحية) فوق البنفسجية من الشمس. وبدون الحماية الناتجة من هذا الطبقة في

الجوي لحترق جلد الانسان عندما يتعرض إلى الشمس. لإمْتِصاص الضارّين (إلى أكثر الأشياءِ الحيّةِ) إشعاع فوق البنفسجي مِنْ الشمسِ.

ثاني أكسيد الكاربونَ يدعى باسم غاز البيت الزجاجي. لأنه يَميلُ إلى إمْتِصاص الإشعاعِ بقوة في الجزءِ تحت الأحمرِ البعيدِ للطيفِ- تلك المنطقةِ تَرتبطُ بالتدفئة الحراريةِ- التي تساعد لحَصْر هذه الحرارةِ داخل الجوِّ. بخار ماءِ في الجوِّ يَمتصُّ مُعظم الأشعة تحت الحمراءِ ذات الموجات الطويلةlongwave القادمة واشعاع المايكرويفِ الموجات القصيرةِ (بين 22 µm و1 m). وجود بخارِ الماءِ في في الطبقات السفلى من الجوِّ ايَتفاوتُ كثيراً مِنْ موقعِ إلى موقعِ وفي الأوقاتِ المختلفةِ مِنْ السَنَةِ. على سبيل المثال، الكتلة الجوية فوق الصحراء يكونُ فيها بخارُ ماءِ قليلِ جداً لإمْتِصاص الطاقةِ، بينما المنطقة المدارية تكونُ فيها تجمعّاتُ عاليةُ مِنْ بخارِ الماءِ (وبمعنى آخر: الرطوبة العالية).



شكل (33) علاقة الطول الموجي بالطاقة ونسبة الانتقال.

لأن هـذه الغـازاتِ تَمـتصُ طاقـةَ كهرومغناطيسـيةَ في منـاطقِ معيّنـةِ مـنَ الطيفِ، وتؤثر في الطيفِ ويُمكِنُ أنْ تستخدم لأغراضِ التحسس النـائي. وهـذه المناطقِ مِنْ الطيفِ التي لَمْ تُتأثرْ بالإمتصاصِ الجوّي بشدَّة، مفيـدة في المحسّسـاتِ النائية، يَدْعو نوافذَ جويّـةَ. بمُقَارَنـة بخصـائصِ المصـادر الأكثـر شـيوعاً الطاقـةِ/ إشعاعِ (الشمس والأرض) بالنوافـذِ الجويّـةِ المتـوفرةِ، يُمكِـنُ أنْ تعـرّفَ اطـوال الموجات هذه التي يُمْكِنُ أنْ نَستعملَ بفاعليةٍ أكثر في التحسس النائي. إنّ الجزءَ المرئيَ للطيفِ، الذي تتحسس به العين، يُقابلُ نافذة جوّية ومستوى الطاقةِ البالغ الذروةِ للشمسِ. ويلاحظ أيضاً أنّ الطاقةِ الحرارةِ التي تبعث مـن الأرضِ تُقابـلُ نافذة حول 10 µm في الجزءِ الحراري IR للطيفِ، بينما النافذة الكبيرة في أطوالِ الموجة مليمترِ 1 تُرتَبطُ بمنطقةِ المايكرويفَ.

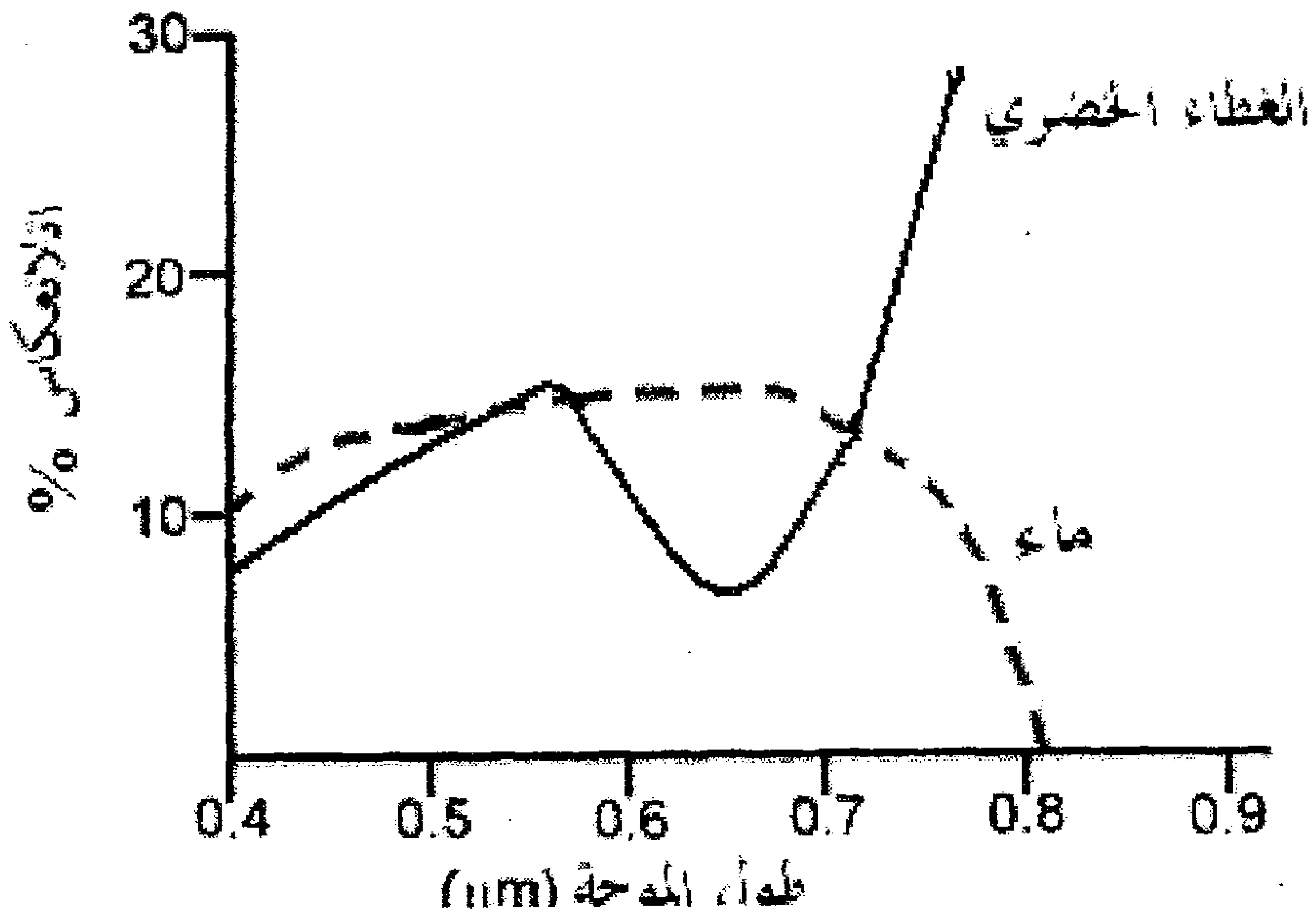
نَفْهمُ كَيفَ طاقةَ كهرومغناطيسيةَ تَجْعلُ رحلتَها مِنْ مصـدرِها إلى السـطحِ (وهي رحلة صعبة، كما هو ملاحظ) سَنَفْحصُ ما يحدث للشعاع عندما يَصِلُ إلى سطحِ الأرضَ.

إذا لم يحدث تَبَعثُر الإشعاعِ في الجوِّ، ثمّ ظلال تَظْهرُ كسـوداء فاحمـة بـدلاً من أنْ تَكُونَ درجاتَ مُخْتَلِفةَ مِنْ الظلامِ. التَبَعثُر سبب السطوع الخـاص بـالجوِّ (مِنْ الضوءِ المبعثرَ بواسطة الدقائق في طريقِ نورِ الشمس) الذي يُسـاعدُ لإنـارة الأجسامِ في الظّل.

الماء: طول الموجات الأطول المرئية وقُرْب إشعاعِ تحت الأحمرِ يُمتَصُّ أكثـر من قبل الماءِ مقارنة الموجات المرئيةِ الأقصرِ. لذلك يلاحظ الماء ازرق أو اخضـر مزرقا بسبب reflectance أقوى عند الموجات الأقصرِ، وادكن إذا نظرِ في حمراءِ أو قُرْب أطوالِ موجات تحت الحمراءِ. إذا كان هنـاك راسـب معلّـق موجـود في

الطبقاتِ العليا لجسمِ الماءَ، هذا سَيَسْمحُ reflectivity اكثر وظهور الماء اكثر لمعانا. ظهور لون الماء تغيير طفيف إلى أطوالِ الموجات الأطول. الراسب المعلّق (إس) يُمْكِنُ أنْ يبين بسهولة الارباك عند وجود ماء ضحل (لكن واضحَ). الكلوروفيل في الطحالبِ يَمتصُّ أكثر مِنْ الموجات الزرقاءِ ويَعْكسَ الأخضرَ، يَجْعلُ الماءَ يَبْد اكثر أخضرا في اللونِ عند وجود الطحالب. عِلْم طوبوغرافيا لسطحِ الماءَ (خشن، صقيل، الموادَ الطافية، الخ.) تضيف تعقيدات لتفسير الطيف المنعكس وتفسير وضوح اللون.

حتى الآن، جَعلنَا إشاراتَ مُخْتَلِفةَ إلى الشمسِ مصدر طاقة أو إشعاع. الشمس تُزوّدُ تكون مصدر للطاقة، وهذا سهل جداً في التحسس النائي. إنّ طاقةَ الشمسَ أمّا تعَكس كما هي، مثل الأطوالِ الموجات المرئيةِ، أو تمتص وبعد ذلك تبعث ثانيةً، بينما أطوالِ الموجات تحت الحمراءِ الحراريةِ. أنظمة التحسس النائي التي تُقِيسُ الطاقةَ المتوفرةُ طبيعياً تَدْعو محسّساتَ سلبيةَ passive sensors. المحسّسات السلبية يُمْكِنُ فقط أنْ تُستَعملُ لإكتِشاف الطاقةِ عندما تكون متوفرة طبيعيا. لكُلّ الطاقة المنعكسة، هذا يُمْكِنُ فقط أنْ يَحْدثُ أثناء الوقتِ عندما الشمسِ تُنيرُ الأرضَ. ليس هناك طاقة منعكسة متوفرة مِنْ الشمسِ في الليل. الطاقة التي تُبْعَثُ طبيعياً (مثل الأشعة تحت الحمراءِ الحراريةِ) يُمْكِنُ أنْ تُكتَشفَ يومَ أو ليلَ، طالما كمية الطاقةِ كبيرةُ بما فيه الكفاية لكي تُسجّلَ.



شكل (34) طول الموجة ونسبة الانعكاس.

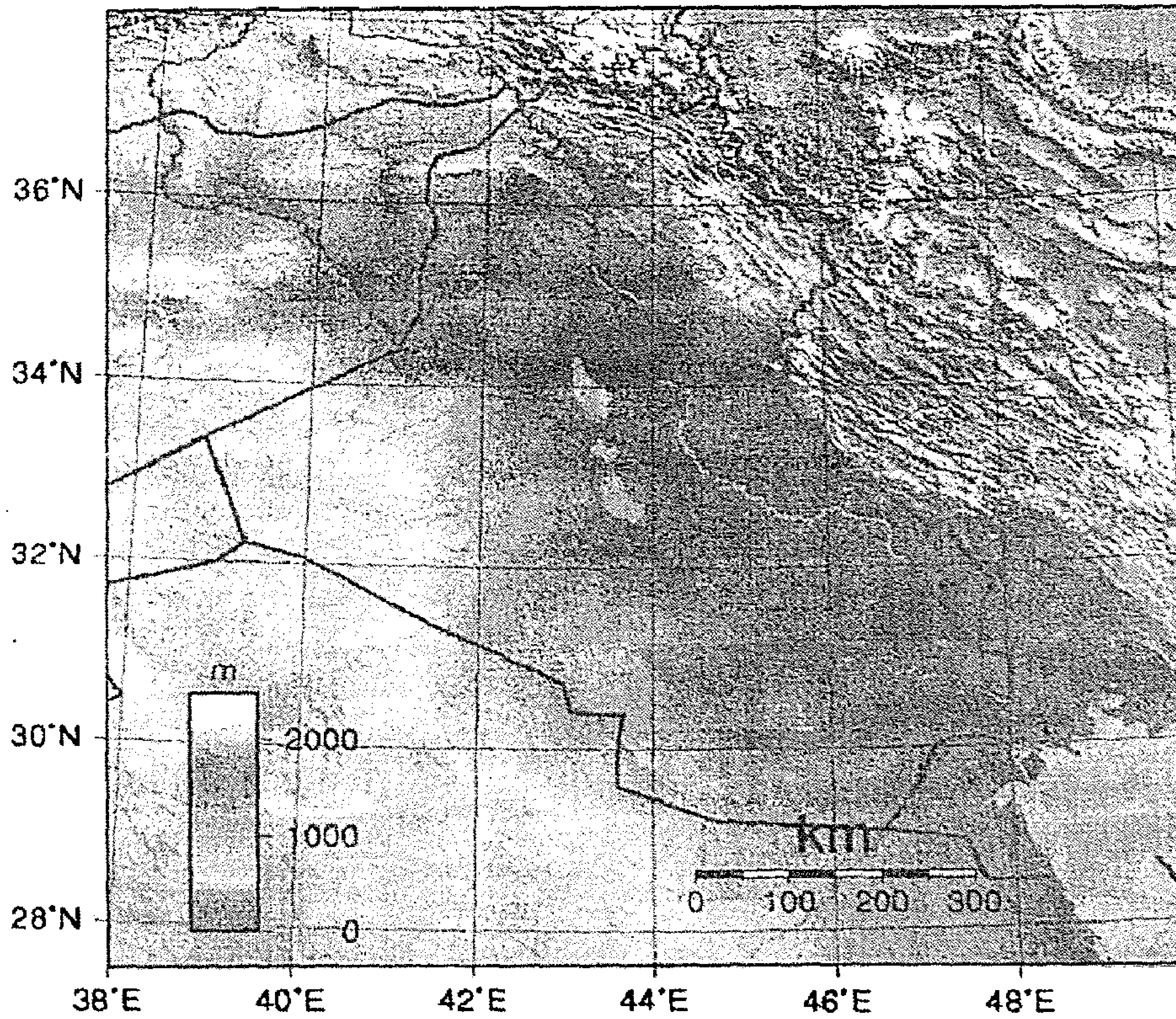
لنوعية الضوء Light Quality اهمية في العمليات الحيوية التي تجري في النباتات فضلا عن طول المدة الضوئية Photoperiod وما لذلك من تطبيقات في عمليات النمو والتزهير والتكاثر وانبات البذور وتكوين الصبغة الخضراء (الكلوروفيل) وعدد البلاستيدات الخضراء ووضعها والتحورات في تركيب الاوراق وشكلها وفتح الثغور وغلقها.ولشدة الاضاءة Light intensity دور في حياة الكائنات التي تتأثر بعدة عوامل مثل الهواء الخارجي أي الجوي الذي تتواجد فيه الغازات كالنتروجين والاوكسجين وبخار الماء فضلا عن الجزيئات العالقة في الجو كالجزيئات الصلبة المنتشرة في الهواء مثل الغبار والدخان التي تحجب كمية الضوء. ويعمل الغطاء النباتي على تضليل سطح التربة مما يقلل من شدة الضوء الساقط على السطح بحسب ما هو واضح في مناطق الغابات على سبيل المثال. ولطوبوغرافية الارض تأثير في شدة الاضاءة بسبب الاختلاف في اتجاه سطح الارض وميلانه.

زاوية السقوط

ان لزاوية سقوط الشمس دور كبيرا ومهما في كمية الطاقة الشمسية التي تصل سطح الارض اذ انها عمودية على خط الاستواء وتقل كلما اتجهنا نحو القطبين (الشمالي والجنوبي) ويؤثر ذلك على المحيط الحيوي Biosphere وكما كما مبين في الجدول (4).

الجدول (4) درجات خطوط العرض شمال خط الاستواء (موقع العراق)

خط الاستواء(درجة)	مقدار الطاقة (سعرة/ م^2/ سنة)
22	$10^6 \times 60$
42	$10^6 \times 45$
52	$10^6 \times 25$



شكل (35) خارطة العراق مبين فيها خطوط العرض

أ. شدة الضوء: Light intensity

شدة الضوء يمكن تعريفها بانها السطوع الذي يرافق طاقة الضوء فيزيائيا يمكن تعريفها بعدد الفوتونات photons التي تحدث في مكان أو شيء معين (area or object).

ان لشدة الضوء وكميته تأثيراً فينمو النباتات والكائنات الاخرى. وتزداد شدة الضوء في المناطق الاستوائية بسبب الوضع العمودي لأشعة الشمس وبذلك تزداد درجات الحرارة في حين تقل كلما اتجهنا نحو القطبين.

تتأثر شدة الضوء بعدة عوامل منها مكونات الهواء الجوي، طوبوغرافية الارض، الكساء الخضرى، كثافة الغيوم ووجود الضباب والدخان والغبار.

ان الجزئيات الصلبة المنتشرة في الهواء (كالغبار والدخان) لها أهمية كبيرة في التأثير على كمية الضوء بسبب حجبها له حيث تعمل كعازل يقلل من شدة الضوء الساقط على سطح الارض. فالدخان في الدول الصناعية المتقدمة يحجب حوالي (90٪) من الضوء. ان التأثير الاكثر خطورةً هو تراكم جزئيات الدخان وترسبها بشكل طبقة أو غشاء دقيق على اوراق النباتات فتحجب كمية الضوء اللازم لعملية البناء الضوئي.

بصورة عامة تتفاوت النباتات من حيث احتياجاتها الضوئية للقيام بالفعاليات الحيوية. فمنها ما تعيش تحت ظروف الاضاءة العالية وتسمى (Heliphytes) وهي النباتات التي لا تتحمل العيش في الظل. وهناك نباتات تعيش في ظروف الاضاءة الواطئة وتسمى (Sciophytes) وهي النباتات التي تتحمل الظل.

ب. نوعية الضوء: Light quality

يتألف الضوء (الجزء المرئي من الاشعاء) Visible radiation من عدة ألوان ذات أطوال موجية مختلفة وهي اللون البنفسجي، الازرق، الاخضر، الاصفر، البرتقالي، الاحمر.

تعد الموجات الحمراء والزرقاء من الضوء ذات تأثير مهم في عملية البناء الضوئي والتي يتم امتصاصها من قبل الصبغات النباتية المسؤولة عن امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيمياوية كما يحدث ذلك في صبغة الكلوروفيل.

اما الموجة الخضراء فلا يتم امتصاصها بل تعكس من قبل الاوراق لذا فإن اللون الاخضر للعين المجردة هو السائد في ألوان الاوراق النباتية.

تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بالضوء، فيمكن لبعض الحيوانات العيش في اعماق البحار والمحيطات بعيداً عن الضوء أو العيش في أعماق التربة أو الكهوف وبعضها يحتاج الضوء لحياته.

ج. طول الفترة الضوئية: Photoperiod

تعتبر طول الفترة الضوئية مهمة حيث تؤثر على الفعاليات الموسمية للكائنات الحية. حيث تؤثر الفترة الضوئية على الحيوانات من خلال علاقتها ببعض الفعاليات الفسيولوجية كما في الطيور اذ تشمل تغير ريشها ولونه وترسيب الدهن أو وضع البيض والهجرة من مكان لأخر حيث تهاجر الطيور شمالاً عندما يطول النهار وجنوباً عندما يقصر النهار. كما ان لطول الفترة الضوئية اهمية كبيرة لعملية التزهير (Flowering) في النباتات حيث هناك ما يعرف بالفترة الضوئية (Flowering) في النباتات حيث هناك ما يعرف بالفترة

الضوئية الحرجة Critical photoperiod لكل نبات الذي يزهر عندما يتعرض لها. وعلى هذا الاساس تقسم النباتات إلى ثلاث مجاميع هي:

أ. نباتات النهار الطويل Long-day plants

وهي النباتات التي تزهر عندما تتعرض لفترات ضوئية يومية اطول من الفترة الضوئية الحرجة مثل نبات (الشعير، البرسيم، الشوفان، البنجر، الفجل، السبانغ).

ب. نباتات النهار القصير Short-day plants

وهي النباتات التي تزهر عندما تتعرض لفترات ضوئية يومية اقصر من الفترة الضوئية الحرجة مثل نبات (الرز، الذرة الصفراء، فول الصويا، قصب السكر، التبغ، الدخن).

ج. نباتات النهار المعتدل Neutral – day plants

هذه النباتات تزهر دون العلاقة بطول الفترة الضوئية اي نباتات ليس لها فترة ضوئية حرجة مثل نبات (الطماطة، الخيار، الفاصوليا، زهرة الشمس، القطن).

رابعاً: الغازات Gases

تعتبر من العوامل البيئية المهمة في البيئات الارضية والمائية على حد سواء، اذ تعد كميات الاوكسجين المتوفرة عاملاً مهماً للتنفس وهو ضروري للنبات والحيوان والانسان على حد سواء. وان ازدياد معدل التنفس يؤدي إلى زيادة تركيز غاز اوكسيد الكاربون CO_2 في المنطقة، لذلك لابد من حصول توازن بين هذين العاملين لكي تتمكن الكائنات الحية من المعيشة في ظروف مناسبة.

يتراوح تركيز الاوكسجين في الهواء الجوي بحدود (21٪) فيما يتراوح تركيز ثاني اوكسيد الكاربون بحدود (0.03٪) وكما هو معروف فإن CO_2 يعتبر عامل اساسي مهم في عملية البناء الضوئي. ويصبح الاوكسجين محدداً كلما تعمقنا في التربة أو الترب الغدقة. تختلف الحالة في البيئات المائية لان كميات الاوكسجين O_2 تذوب في الماء.

وبذا تكون في متناول احياء مائية متنوعة من وقت لأخر ومن مكان لآخر. يعتبر الاوكسجين الذائب من بين اكثر العوامل الكيمياوية الحرجة في تأثيرها على البيئة المائية وذلك لأن معظم الكائنات الحية (باستثناء الكائنات اللاهوائية) تحتاج إلى هذا الغاز لأجل تنفسها. وبصورة عامة تعد متطلبات الاوكسجين للنباتات اوطأ منها للحيوانات المساوية لها في الوزن، فعندما يحدث تنافس بين النباتات والحيوانات على الاوكسجين المتاح فإن الحيوانات تموت قبل النباتات بسبب نقص الاوكسجين.

خامساً: التربة Soil

تعد التربة احدى العوامل المهمة والاساسية لنمو الكائنات الحية وانتشارها. فالنباتات تمد جذورها في التربة لتحصل على الماء والعناصر الغذائية. كما أن التربة تعتبر موطناً Habitat للأحياء المجهرية وللحيوانات مثل دودة الارض والحيوانات الحافرة. وعند تواجد النباتات في التربة فسوف تتواجد الحيوانات التي تعتمد في غذائها على هذه النباتات كغذاء مباشرة أو كمضيف تعيش عليه. تعيش في التربة انواع مختلفة من الحيوانات كالديدان الخيطية وعديدة الاهداب والحشرات والقوارض بالإضافة إلى الكائنات الحية الواطئة كالبكتيريا والفطريات والطحالب والابتدائيات.

التربة Soil هي الجزء المتفتت من القشرة الأرضية والمتكون من جزء معدني (غرين silt وطين clay ورمل sand) وجزء عضوي (الكائنات الحية وبقاياها) وماء وهواء بنسب مختلفة.الترب وهي عشرات الآلاف من السلاسل تتكون نتيجة لعوامل عديدة منها تأثير المناخ و الطبوغرافية ونوع الحياء والمادة العضوية والمادة إلام المكونة للتربة والزمن. كل نوع من أنواع الترب يمتاز بخواص فيزيائية وكيميائية وحيوية مختلفة والتربة الجيدة (الخصبة) هي التي تمتاز بخواص فيزيائية وكيميائية وحيوية جيدة تساعد على قيام إنتاج نباتي جيد تحت الظروف المناخية السائدة.

تعد التربة أكثر المواد تعقيدا. فهي تتكون من مكونات صلبة متعددة مجزأة بصورة غير منتظمة ترتبط بشكل مختلف وتنظيم هذه المواد بشكل هندسي غير متشابه وهذا يكون معقدا بدرجة كبيرة يتكون بعضها من مواد صلبة ذات دقاق بلورية، بينما يتكون البعض الاخر من من مواد هلامية غير متبلورة وقد تغلف البلورات وتغير من سلوكها. وهذه المواد اللاصقة كاكاسيد الحديد أو معقد مركبات عضوية تلتصق بدقاق التربة وتربطها مع بعضها. بلاضافة إلى ذلك إن الجزء الصلب من التربة يتفاعل مع المائع ومع الماء والهواء والتي تنفذ من خلال مسامات التربة. إن هذا النظام بصورة كاملة قليلا مايكون في حالة توازن. وذلك عند تناوب الترطيب والتجفيف ولانتفاخ والانكماش والتشتت والتجمع ولانضغاط والتشقق والتبادل ألايوني و ترسيب وإعادة إذابة الأملاح وفي بعض الأحيان الانجماد.

إن التربة الجيدة والتي تعتبر وسط مناسب لنمو النبات لابد إن تخزن وتجهز الماء والمواد لغذائية وتكون خالية من التراكيز العالية للعوامل السامة. إن نظام التربة (التربة والماء والنبات) يكون أكثر تعقيدا لان جذور النباتات يجب إن

تتنفس باستمرار وان اغلب نباتات الكرة الأرضية لا تستطيع نقـل الأوكسـجين من الاجزائها الهوائية إلى جذورها بصـورة كافيـة لسـد حاجـة تـنفس الجـذور. وبهذا يجب إن تكون التربة قادرة تبـادل الغـازات بينهـا وبـين الجـو إي وجـود مسامات تسمح بحركة الهواء والماء. لان التربـة المشـبعة بالمـاء تـؤدي إلى اختنـاق الجذور كما هو الحال في الترب المتغدقة وان الترب الجافـة جـدا تكـون عرضـة للتشقق والتفتيت وبالتالي تكون عرضة للتعرية الريحية.

تعتبر التربة ذات خصوبة كيميائية إذا احتوت على كميات كافية وجـاهزة من المواد المطلوبة لتغذية النبات. والتي لا تكون عالية الحموضة (منخفضة PH) أو عالية القاعدية (عالية PH) وخالية من المواد السامة. إن ملائمة التربـة التامـة كوسط لنمو النبات لا تعتمد فقط على وجود كميـات مـن العناصـر الكيميائيـة (الغذائية) وعلى غياب السمية. ولكن أيضا على حالة حركة المـاء والهـواء فيهـا وعلى التأثيرات الميكانيكية للتربة ونظامها الحـراري. إي يجـب إن تكـون التربـة رخو وناعمة نسبيا وهشة لكـي تسـمح بـالا نبـات وتطـور الجـذور دون إعاقـة ميكانيكية. يجب إن تكون مسامات التربة ذات حجـم وتوزيـع حجمـي بدرجـة تسمح بدخول وحركة الماء والهواء وذلـك لسـد احتياجـات النباتـات. يجـب إن تكون طبقة سطح التربة عميق وغير مزال أو مفقود نتيجة لفعـل التعريـة المائيـة والريحية ويجب إن يبقى النظام الحراري للمنطقـة الجذريـة ضـمن المـدى المثـالي لنمو النبات. وهـذا يعـني لابـد مـن وجـود خـواص فيزيائيـة جيـدة (خصـوبة فيزيائية) للتربة بالإضافة لخواصها الكيميائية الجيدة (الخصوبة الكيميائية).

التربة المثالية تتكون من:

1. الدقائق المعدنية Minerals وهي الرمل والغرين والطين وتشكل نسبة 45٪.

2. المادة العضوية Organic mater وتشكل نسبة 5٪.

3. محلول التربة Soil solution ويشكل بنسبة 25٪.

4. الهواء Air ويشكل نسبة 25٪.

سادساً: الملوحة Salinity

ان للملوحة تأثيرات بيئية واضحة في تحديد الكائنات الحية نوعاً وكماً في البيئات الارضية أو المائية على السواء.

ان سوء الاستغلال الزراعي للتربة وعمليات الري الزائدة بدون وجود مبازل وكذلك ارتفاع مستوى الماء الاراضي وقلة الامطار وارتفاع درجات الحرارة كل ذلك يؤدي إلى زيادة تراكم الاملاح على سطح التربة مما يجعلها غير صالحة للزراعة ويقلل من عدد الانواع النباتية النامية فيها.

ان الترب الملحية هي القرب التي تتجمع فيها كميات كافية من الاملاح وبصفة خاصة الكلوريدات أو الكبريتات التي تعيق نمو النباتات. وهذه الترب عرفت بأنها ذات توصيل كهربائي لمستخلصها المشبع يزيد على(4 مليموز/ سم).

للملوحة تأثيرات فسلجية على النباتات وهناك مدى تحمل للملوحة يختلف من نوع نباتي إلى آخر. وتسمى النباتات التي تنمو في الترب الملحية بالنباتات الملحية Halophytes وكلما كان النوع النباتي ذا تحمل اكثر للملوحة كان مدى الملوحة للتربة التي ينمو عليها اوسع واكبر.

كما وتعتبر الملوحة عاملاً مهماً في البيئة المائية واعتماداً على درجة الملوحة قسمت المياه إلى ثلاثة اقسام هي:

1. المياه التي ملوحتها اقل من (50ppm) هي مياه عذبة Fresh water.

2. المياه التي ملوحتها بين (3000-50ppm) هي مياه ملحية Brackish water.

3. المياه التي ملوحتها اكثر من (ppm3000) هي مياه مالحة Soling water.

ان بعض الاحياء لها قابلية التحمل للمدى الواسع للتغيرات في درجة الملوحة كما هو الحال في الاحياء المائية التي تستطيع العيش في مصبات الانهار، في حين لا يمكن لأحياء المياه العذبة مثل اسماك الكطان والشبوط والبني العيش في المياه المالحة.

سابعاً: درجة الأس الهيدروجيني PH

تبدو اهمية درجة الاس الهيدروجيني بشكل اوضح في مواطن خاصة مثل التربة حيث تعيش فيها الاحياء الجهرية كالبكتيريا والفطريات وجذور النباتات الراقية. وكذلك له اهميته في البيئة المائية. وتتراوح قيم الأس الهيدروجيني في المياه الطبيعية بين (4-9) وهناك مديات اكثر أو اقل ولكنها تشكل حالات نادرة.

وللكائنات الحية مديات محددة من قيم الاس الهيدروجيني في البيئة سواء المائية منها أو اليابسة. ان دودة الارض حساسة لحموضة التربة وقد وجد ان بعض الاراضي الزراعية خالية تماماً من هذه الدودة في الوقت الذي توجد في اراضي المزارع المجاورة وكل ذلك بسبب حموضة التربة. ان اختفاء دودة الارض وقلة عدد احياء التربة يحد ويمنع من عملية التحلل الطبيعية للدبال مما يؤدي إلى تجمع كميات من CO_2 بحيث يؤدي في النهاية التي تواجد المواد العضوية السمية.

ثامناً: الرياح Wind

ان للرياح تأثيرات مختلفة على الكائنات الحية منها ما هو مباشر ومنها غير

مباشر خلال تاثيراتها على عدد من العوامل البيئية الاخرى في النظام البيئي، ويمكن ان تكون هذه التأثيرات ايجابية أو سلبية. فقد تؤدي الرياح إلى رفع درجة الحرارة على السفوح الجبلية المغطاة بالثلوج مما يساعد على توفير المياه بعد ذوبان الثلوج اي دعم نمو الحشائش ونباتات أخرى في الوديان والسهول. كما تعمل الرياح على نقل بذور النباتات وانتشارها في مناطق مختلفة، ونقل حبوب اللقاح بين النباتات. عند هبوب رياح شديدة السرعة قد يقود سلباً في بعض مكونات النظام البيئي حيث تعمل الرياح القوية على ازالة الطبقة السطحية العليا من التربة الغنية بالعناصر الغذائية.

تاسعاً: المغذيات Nutrients

تحتاج الكائنات الحية في نموها عدد من المغذيات والتي يمكن تصنيفها إلى مجموعتين (عددها 16 عنصر).

1. المغذيات الكبيرة Macronutrients هي كبيرة مثل الكاربون، الهيدروجين، الاوكسجين، النتروجين، الفسفور، الكبريت، الكالسيوم، البوتاسيوم، والمغنيسيوم.
2. المغذيات الدقيقة Micronutrients وتشمل المنغنيز، الزنك، النحاس، البورون، الكلور، المولبيديوم، والحديد.

هذه المغذيات تخص النباتات، اما الحيوانات فبالإضافة لهذه المغذيات فيضاف الصوديوم واليود ولبعض الاحياء الاخرى كالطحالب العصوية اي الدايتومات Diatoms فيضاف السليكون.

ان كلاً من هذه العناصر المغذية لابد وله دور أو وظيفة في إحدى العمليات الايضية ولا يمكن للكائن الحي إكمال دورة حياته بغياب احد هذه

المغذيات، كما تظهر أعراض نقص لأي عنصر منها، ولا يمكن تصحيح النقص إلا بإضافة نفس العنصر. ومن هذه الوظائف تكمن اهمية هذه المغذيات.

ان الاختلاف في قابلية الترب لتجهيز هذه العناصر في محلول التربة سيؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى التباين في الغطاء الخضري الطبيعي.

عاشراً: الحرائق Fires

تعد الحرائق احدى العوامل المهمة المؤثرة في بيئة اليابسة وخاصة المناطق الحارة والجافة منها مما تؤدي إلى اتلاف وتغير النظام البيئي حيث تنخفض مكونات الكساء الخضري وتتأثر الحيوانات المتعايشة معها. هناك مصدران اساسيان للحرائق احدهما طبيعياً كالبرق، اما الاخر فهو بفعل الإنسان.

قد يكون الحريق في بعض الاحيان مفيداً لبعض المناطق مثل إزالة الانواع النباتية غير المرغوب فيها أو القضاء على بعض الامراض النباتية ومسبباتها.

تكون بعض الانواع النباتية اكثر مقاومة للحريق من غيرها من خلال عدة خواص مثل امتلاكها لطبقة سميكة جداً من القلف كما في اشجار الخشب الاحمر Red Wood.

توجد ثلاثة انواع رئيسية للحرائق والتي يمكن ان تتحول من نوع لأخر على وفق الظروف البيئية الموجودة حينها كالرياح والحرارة والرطوبة والكساء الخضري، وهذه الانواع هي:

1. الحرائق الارضية: Ground fires تحدث هذه الحرائق في الترب المغطاة بطبقة سميكة من المواد العضوية حيث يتم احتراقها ببطء وبدون لهب. وقد تؤدي هذه الحرائق إلى موت معظم النباتات التي تمتد جذورها ضمن منطقة الاشتعال.

2. الحرائق السطحية Surface: تمتد هذه الحرائق بسرعة لتشمل الاعشاب والشجيرات على سطح التربة.

3. الحرائق التاجية: Crown fires تنتقل هذه الحرائق بين قمم الاشجار كما يحدث في بعض الغابات الكثيفة التي تؤدي إلى قتل معظم النباتات فوق سطح التربة.

References المصادر

- Berner Elizabeth Kay and Robert A. Berner. *Global Environment: Water Air, and Geochemical Cycles.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall,1996. Holmes, Richard. "The Age Of Wonder", Pantheon Books, 2008. ISBN 978-0-375-42222-5.
- Falkowski, P.; Scholes, R. J.; Boyle, E.; Canadell, J.; Canfield, D.; Elser, J.; Gruber, N.; Hibbard, K. et al. (2000). "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System". *Science* 290 (5490): 291–296. doi:10.1126/science.290.5490.291. PMID 11030643. edit
- Crowley, T. J. (2000). "Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years". *Science* 289 (5477): 270–277. Bibcode:2000Sci...289..270C. doi:10.1126/science.289.5477.270.ISSN 00368075.
- Prentice, I.C. (2001). "The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide". Climate change 2001: the scientific basis: contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergouvernmental Panel on Climate Change/Houghton, J.T. [edit.] Retrieved 31 May 2012.
- Forster, P.; Ramawamy, V.; Artaxo, P.; Berntsen, T.; Betts, R.; Fahey, D.W.; Haywood, J.; Lean, J.; Lowe, D.C.; Myhre, G.; Nganga, J.; Prinn, R.; Raga, G.; Schulz, M.; Van Dorland, R. (2007) , "Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing", *Climate Change 2007: the Physical Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

- Planet, The Habitable, "Carbon Cycling and Earth's Climate", *Many Planets, One Earth* 4, retrieved 2012-06-24
- Charles W. Rice Carbon in Soil: Why and How? Geotimes (January 2002), American Geological Institute
- Lal, Rattan (2008). "Sequestration of atmospheric CO_2 in global carbon pools". *Energy and Environmental Science* 1: 86–100. doi:10.1039/b809492f.
- Sarmiento, J.L.; Gruber, N. (2006). *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Kleypas, J. A.; Buddemeier, R. W.; Archer, D.; Gattuso, J. P.; Langdon, C.; Opdyke, B. N. (1999). "Geochemical Consequences of Increased Atmospheric Carbon Dioxide on Coral Reefs". *Science* 284(5411): 118–120. doi:10.1126/science.284.5411.118. PMID 10102806. edit
- Langdon, C.; Takahashi, T.; Sweeney, C.; Chipman, D.; Goddard, J.; Marubini, F.; Aceves, H.; Barnett, H. et al. (2000). "Effect of calcium carbonate saturation state on the calcification rate of an experimental coral reef". *Global Biogeochemical Cycles* 14 (2): 639. doi:10. 1029/1999GB001195. edit
- The World Bank, 2009 "Water and Climate Change: Understanding the Risks and Making Climate-Smart Investment Decisions". pp. xv. Retrieved 2011-24-10.
- Schuur, E. A. G. (2011). "Ecology: Nitrogen from the deep".*Nature* 477 (7362): 39–40.

- Filippelli G.M (2002) The Global Phosphorus Cycle. Reviews in Mineralogy and geochemistry 48: 391–425
- Oelkers E.H (2008) Phosphate mineral reactivity: from global cycles to sustainable development Mineralogical Magazine 72: 337–340.

الفصل الرابع

الإنتاجية

الفصل الرابع

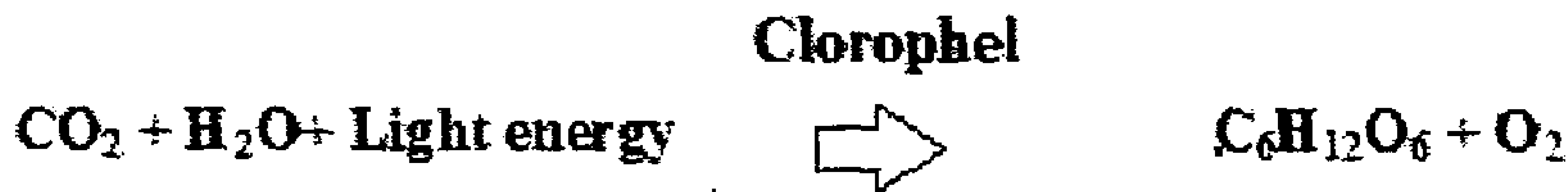
الإنتاجية

- خطوات الانتاجية الحيوية ومراحلها
- العوامل المحددة للإنتاجية
- سريان الطاقة في النظام البيئي
- طرائق قياس الانتاجية
- سريان الطاقة في النظام البيئي
- السلاسل الغذائية
- المستوى الغذائي
- الشبكات الغذائية
- التركيب الاغتذائي
- الاهرام البيئية
- المصادر

الفصل الرابع

الإنتاجية Productivity

من المعروف ان الكائنات الحية على الكرة الارضية تستمد طاقتها بصورة مباشرة أو غير مباشرة من الشمس التي تنبعث منها الطاقة بصورة مستمرة. ويتم استغلال هذه الطاقة الضوئية اساساً في عملية البناء الضوئي Photosynthesis التي تقوم بها النباتات الخضراء أي التي تحتوي على صبغات الكلوروفيل أو اليخضور. حيث تقوم هذه الصبغات بامتصاص الطاقة الضوئية الصادرة من الشمس وتحويلها إلى طاقة كيمياوية تساهم في عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون على هيئة مركب عضوي وهو سكر الكلوكوز Glucose والتي تتمثل بصورة مبسطة بالمعادلة الآتية:



$$CO_2 + H_2O + \text{Light energy} \xrightarrow{\text{Clorophel}} C_6H_{12}O_6 + O_2$$

وان هذا المركب يمكن ان يتحول إلى مركبات عضوية أخرى. ويسمى هذا الانتاج بالانتاج الحيوي Biological productivity. يتميز الانتاج الحيوي عن الانتاج الكيمياوي أو الصناعي بكون الانتاج الحيوي عبارة عن عملية مستمرة في حين ان الانتاج الكيمياوي أو الصناعي هو عبارة عن دالة نهاية التفاعل.

يقسم الانتاج الحيوي إلى نوعين اساسيين هما:

1. الإنتاجية الاولية Primary productivity

وهي المعدل الذي تخزن فيه الطاقة الاشعاعية بفعالية البناء الضوئي

والتركيب الكيمياوي للكائنات المنتجة وهي النباتات الخضراء على شكل مواد عضوية يمكن ان تستعمل بوصفها مواد غذائية للكائنات الحيوانية الاخرى.

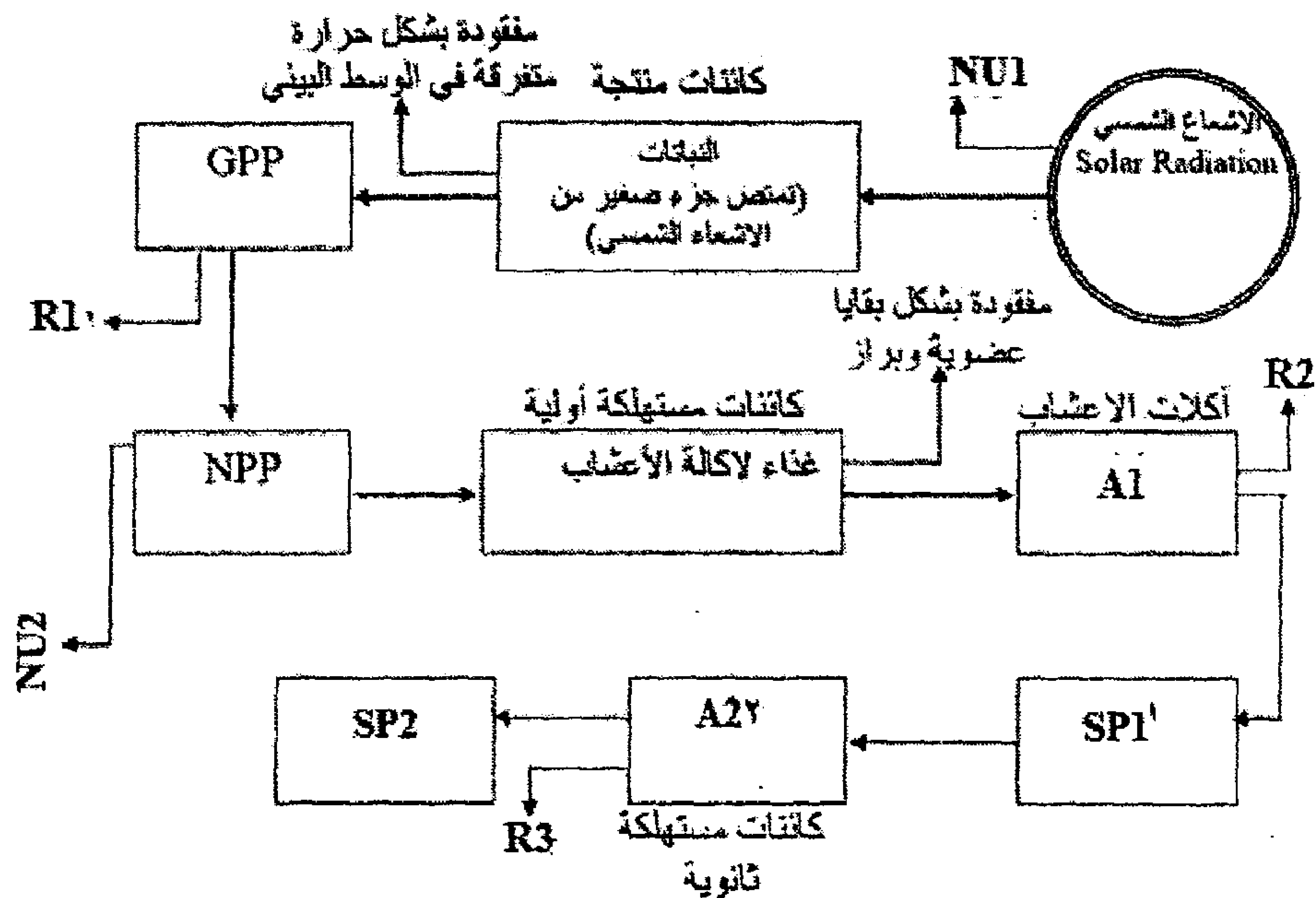
2. الإنتاجية الثانوية Secondary productivity

وفيها تتحول الطاقة الكيمياوية إلى طاقة كيمياوية أخرى كطاقة متمثلة أو كفضلات. ويشار إلى الانتاجية الثانوية بأنها معدلات خزن الطاقة على المستويات الغذائية للمستهلك.

سريان الطاقة في النظام البيئي Energy Flow:

المقصود بسريان الطاقة هو سلوك الطاقة في الانظمة البيئية، أو كيفية انتقال الطاقة من المصدر إلى المستويات الاغتذائية المختلفة في السلسلة الغذائية. يحتوي مخطط سريان الطاقة عادة على الكميات المفقودة من الطاقة (غير مستفاد منها). ان مصدر الطاقة في الكون (الطبيعة) هو الإشعاع الشمسي Solar Radiation فالشمس تطلق اشعتها باتجاه الكون، والكائنات الحية تأخذ الطاقة من هذه الاشعة وتبدأ بصنع غذائها والقيام بالفعاليات الحيوية.

وفيما يلي مخطط مبسط لسريان الطاقة من مصدرها ولغاية مستويات الكائنات المستهلكة موضحاً فيه كميات الطاقة المنتقلة فعلياً والكميات من الطاقة التي تفقد خلال عملية السريان.



شكل (36) مخطط سريان الطاقة في النظام البيئي

NU_1 = Not used

طاقة شمسية لم تدخل المحيط الحيوي

GPP = Gross primary productivity — الانتاجية الاولية الاجمالية

R_1 = — طاقة مفقودة خلال عملية تنفس النبات

NPP = Net Plant Respiration — الانتاجية الاولية الصافية

NU_2 = Not used — طاقة بشكل مواد عضوية لم تستخدم أو تستهلك وتبقى في الاوراق والاجزاء النباتية، اي لم تأكلها الكائنات المستهلكة.

A_1 = Assimilated — الطاقة المتمثلة بالهضم لدى الكائنات الحية المستهلكة (آكلات الاعشاب).

الطاقـــة المفقـــودة بـــالتنفس لآكـــلات الاعشاب R_2 = Consumers Respiration

طاقة في المستوى الاغتـذائي الثـاني مـن الانتاج الثانوي (آكلات الاعشاب). SP_1 = Secondary Productivity

الطاقـة المتمثلـة بالهضـم لـدى الكائنـات المسـتهلكة (آكلات الحيوانات). A_2 = Assimilated

الطاقة المفقودة بالتنفس لآكلات الحيوانات R_3 = Assimilated

الطاقـة المفقـودة بـالتنفس الاغتـذائي الثالـث مـن الانتـاج الثـانوي (آكـلات الحيوانات) SP_2 = Secondary Productivity

الشيء المهم في المخطط ان نحسب كميـة الطاقـة المتـوفرة في اي مسـتوى غذائي من المستويات الاحيائية .

سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الاول (النباتات الذاتية التغذية)

$$GPP = NPP + R_1$$

سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الثاني (آكلات الاعشاب)

$$A_1 = SP_1 + R_2$$

سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الثالث (آكلات اللحوم)

$$A_2 = SP_2 + R_3$$

الانتاجية الصافية للنظام البيئي = زيادة الكتلة الحيـة + الطاقـة المسـتهلكة

بواسطة آكلات الاعشاب + الطاقة المستهلكة خلال موت بعض الاجزاء أو الافراد.

الإنتاجية النسبية عالية ومتوسطة ومنخفضة ومنخفضة جدا في الغابات الاستوائية المطيرة والغابات المعتدلة والتندرا والصحاري على التوالي.

طرائق قياس الانتاجية:

بالإمكان قياس الانتاجية الاولية Primary productivity من خلال قياس كميات ثاني اوكسيد الكاربون المثبتة في النبات خلال عملية البناء الضوئي أو كميات الاوكسجين المتحررة منها أو من خلال الزيادة في كميات المادة العضوية المنتجة كالكاربوهيدرات في الجسم النباتي.

طرائق قياس الانتاجية:

بالإمكان قياس الانتاجية الاولية Primary productivity من خلال قياس كميات ثاني اوكسيد الكاربون المثبتة في النبات خلال عملية البناء الضوئي أو كميات الاوكسجين المتحررة منها أو من خلال الزيادة في كميات المادة العضوية المنتجة كالكاربوهيدرات في الجسم النباتي.

وهناك طرق مختلفة لقياس الانتاجية من اهمها ما يأتي:

1. طريقة الحصاد: Harvest method
2. قياس الاوكسجين: Oxygen measurement
3. قياس ثاني اوكسيد الكاربون: Carbon dioxide measurement
4. قياس الاس الهيدروجيني: pH measurement
5. قياس المواد الاولية: Raw materials measurement

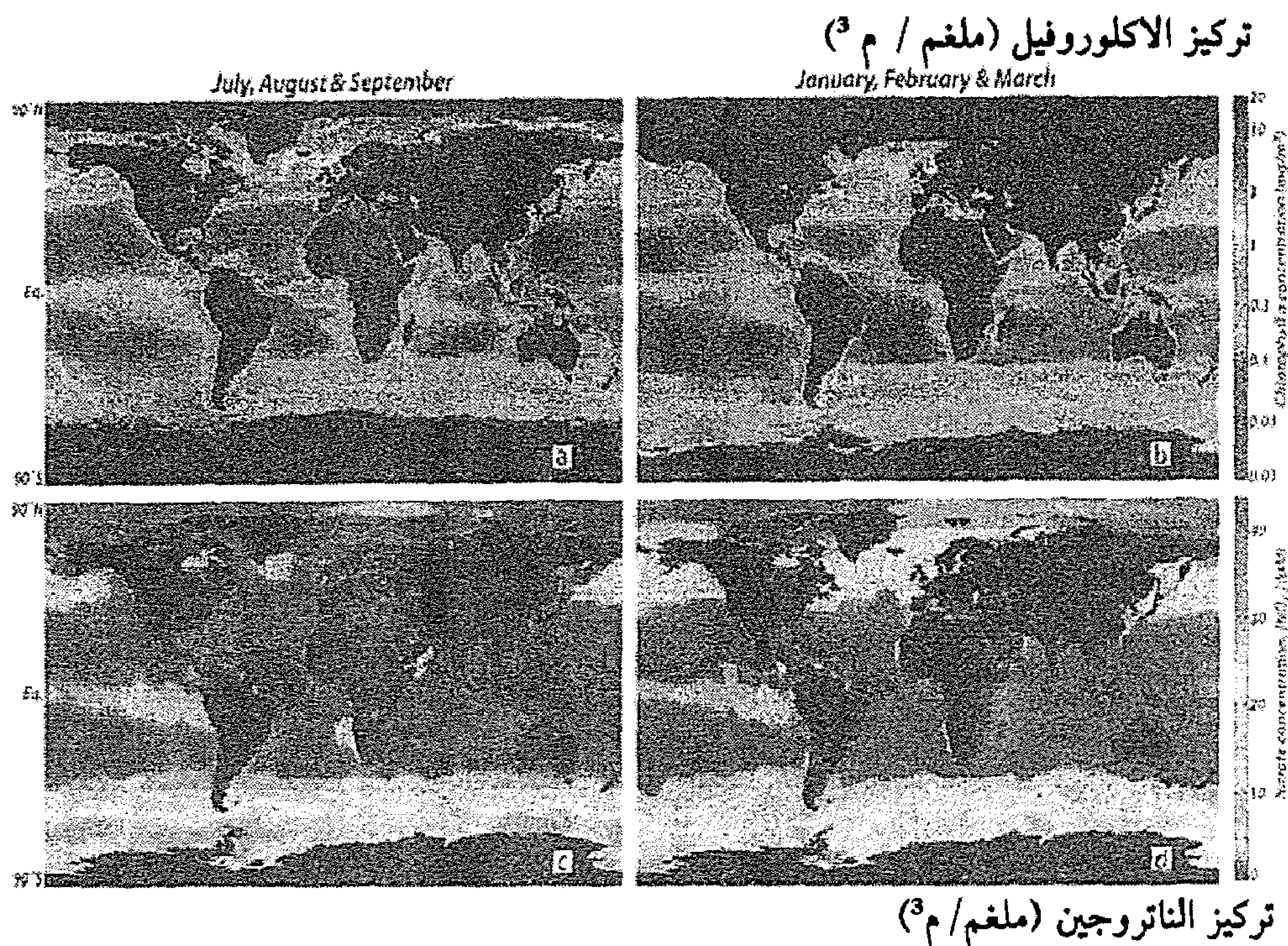
6. طريقة النظائر المشعة: Radio – isotope Method

7. قياس الكلوروفيل: Chlorophyll measurement

انتاجية المحيطات Oceans productivity

التباين الجغرافي Geographic variation

يمكن الاقمار قياس هذا اللون من سطح المحيطات من أجل تتبع تركيز الكلوروفيل الصبغة الخضراء التي تستخدم لحصاد الضوء في عملية التمثيل الضوئي (الشكل 4). ويلاحظ تركيز الكلوروفيل أعلى وبشكل عام إنتاجية أعلى على خط الاستواء (Eq)، وعلى طول السواحل (الهوامش وخاصة الشرقية)، وخطوط العرض عالية في المحيط(N 90 وS90) (الشكل A4 و4 B). (A) المحرك الرئيسي من هذه الأنماط هو تصاعد و/أو اختلاط المياه الجوفية عالية المغذيات إلى منطقة العالية (euphotic zone)، كما هو واضح من قياسات المغذيات السطحية (الشكل C4 وD).



شكل (37) التباين الجغرافي لأنتاجية المحيطات

خطوات الانتاجية الحيوية ومراحلها:

تبدأ الانتاجية الحيوية عندما تبدأ النباتات الخضراء استقطاب الطاقة الضوئية من قبل صبغات الكلوروفيل وتحويلها إلى طاقة كيمياوية تستغل في تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون على هيئة مادة عضوية والتي تم تعريفها بالانتاجية الاولية.

ومن المهم التمييز بين المراحل الاربعة الآتية للإنتاجية الحيوية وهي:

1. المرحلة الاولى: GPP الانتاجية الاولية الاجمالية:

ان مجموع الطاقة (المادة العضوية) التي تشبتها النباتات الخضراء في عملية

البناء الضوئي والتي من ضمنها كمية الطاقة المستخدمة في عملية التنفس، تسمى الانتاجية الاولية الاجمالية Gross primary productivity (GPP) والتي عرف كذلك بالبناء الضوئي الكلي Total photosynthesis أو التمثيل الكلي Total assimilation.

2. المرحلة الثانية NPP الانتاجية الاولية الصافية:

ان الانتاجية الاولية الاجمالية عندما يطرح منها ما يستهلك في عملية التنفس تصبح بما يعرف بالانتاجية الاولية الصافية Net primary (NPP) productivity ويرمز لها بـ (NPP) وتمثل مجموع كمية المادة العضوية المخزونة في الانسجة النباتية. R يعني Respiration التنفسي: GPP – R = NPP

وتعرف كذلك بالبناء الضوئي الظاهر Apparent photo synthesis أو التمثيل الصافي Net assimilation.

3. المرحلة الثالثة NCP الانتاجية الصافية للمجتمع:

تمثل الانتاجية الصافية للمجتمع Net Community productivity مجموع كمية المادة العضوية المختزنة لدى النباتات في المجتمع النباتي والتي لم يتم استخدامها أو استهلاكها من قبل الكائنات معتمدة التغذية (Heterotrophic) اي الكائنات المستهلكة والكائنات المحللة، خلال المدة التي تمت الدراسة وعادة تكون فصلاً للنمو أو سنة. أن الانتاجية الاولية الصافية تخزن كمادة عضوية في الانسجة النباتية يشكل كتلة حلية biomass وتقاس بوحدة الوزن في وحدة المساحة (غم/ م^2) أو (كغم/ دونم).

NCP = NPP - Heterotrophic consumption.

4. المرحلة الرابعة: SP الإنتاجية الثانوية:

يشار إلى معدلات خزن الطاقة في المستويات الغذائية للمستهلك بالانتاجية الثانوية Secondary productivity وهي مجموع كمية الطاقة العضوية المختزنة في اجسام الكائنات المستهلكة. وبما ان الكائنات المستهلكة Consumers تحصل على الطاقة نتيجة تناولها مواد غذائية جاهزة. لذا فإن مجموع الطاقة المختزنة لدى الكائنات المستهلكة تسمى التمثيل Assimilation وليس الانتاج Production.

بصورة عامة تمثل الانتاجية productivity نسبة التغير بالكتلة الحية الـBiomass بالنسبة لموسم نمو معين أو بالنسبة لسنة واحدة. وتقاس الانتاجية بـ(غم/ م^2/ سنة).

العوامل المحددة للإنتاجية:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الانتاجية وهي:

1. قابلية النبات على تمثيل أو تثبيت ثاني اوكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي.

هناك طريقتان رئيسيتان لاختزل ثاني اوكسيد الكربون واللتان تمثلان الخطوة الاولى في عملية البناء الضوئي وتعتمدان على نوع النبات وهما:

أ) طريقة كالفن- بنسن Cavlin- Bensen pathway: تتبعها نباتات C_3plants اذ ان غاز CO_2 يثبت على هيئة مركب ثلاثي الكربون هو Phospho Glyceric Acid3- ومن امثلتها نبات الحنطة والشوفان والبنجر السكري وفول الصويا.

ب) طريقة هاتش- سلاك Hatch – Slack pathway: تتبعها نباتات C_4plants على هيئة مركب رباعي الكربون هو Oxalic Acetic

Acid ومن امثلتها نبات قصب السكر والذرة الصفراء، هناك فروقات كبيرة بين هاتين المجموعتين من النباتات منها تشريحية وفسلجية وبيئية.

2. درجة الحرارة.
3. نوع الضوء الساقط وشدته.
4. توفر المار.
5. توفر الماء.
6. تركيز CO_2 وO_2 والعناصر الغذائية المختلفة.
7. هناك عوامل تخص النبات مثل صبغة الكلوروفيل، والمساحة الكلية للورقة، وكثافة النباتات، ومستويات المجتمع النباتي.

السلاسل الغذائية Food Chains

• ان انتقال الطاقة الغذائية من المصدر النباتي (النباتات) إلى الكائنات الحية المختلفة يتم عبر سلسلة من المستويات المختلفة بحيث يتغذى الكائن الحي من جهة ويُستهلك أو يؤكل من جهة أخرى بصورة مستمرة داخل أو خارج النظام البيئي. وتسمى هذه السلسلة بالسلسلة الغذائية Food chain وكما في الشكل الآتي الذي يبين السلسلة الغذائية Food chain لبيئة مائية:

اي ان الوصف الخطي للعلاقة الغذائية بين الكائنات الحية المختلفة تسمى بالسلسلة الغذائية بحيث يكون العنصر المنتج أو الكائنات الحية ذاتية التغذية القاعدة الاساس لهذه السلسلة. وفي كل مرحلة من مراحل انتقال الطاقة تتبعثر كمية هائلة منها كحرارة وذلك عن طريق التنفس بصورة رئيسية، وبما ان مراحل انتقال الطاقة وخطواتها بين الكائنات الحية محدودة كما هو معروف حيث لا يزيد عادة عن اربع أو خمس خطوات عليه يمكن الجزم انه كلما نقصر السلسلة

الغذائية كلما تزيد الطاقة الكامنة المتوفرة للكائنات الحية عدا النباتات، وتعتمد على بعدها أو قربها من مصدر الطاقة (النباتات) بوصفها مصدر للطاقة الغذائية في السلسلة الغذائية. حيث تكون الاغنام والابقار والدواجن تحتوي على كميات طاقة كامنة عالية لأنها تعتمد في غذائها على الاعشاب (النباتات) بالدرجة الاساسية، مقارنة بالجوارح والكلاب والغراب والتي تحتوي على كميات اقل من الطاقة لان موقعها بعيد عن مصدر الطاقة الغذائية مثال على سلسلة غذائية:

حشائش ⬅ حشرة ⬅ ضفدع ⬅ ثعبان ⬅ نسر

البكتيريا Bacteria هي محللات مهمة؛ وهي موزعة على نطاق واسع ويمكن أن تنهار مجرد عن أي نوع من المواد العضوية [USDA، 2013] غرام من التربة عادة ما تحتوي على 40 مليون خلية بكتيرية، والبكتيريا على شكل الأرض والكتلة الحيوية التي يفوق عدد جميع النباتات الحية والحيوانات. البكتيريا هي حيويا في تدوير المغذيات، والعديد من الخطوات في دورات المغذيات تعتمد على هذه الكائنات.

الفطرياتFungi

والمحللات الأولية من القمامة في كثير من الأنظمة الإيكولوجية والفطريات. على عكس البكتيريا، والتي هي كائنات وحيدة الخلية والفطريات تنمو معظم saprotrophic كشبكة المتفرعة من خيوط. في حين تقتصر البكتيريا إلى النمو وتتغذى على السطوح المكشوفة من المواد العضوية، ويمكن استخدام الفطريات خيوط لاختراق أكبر قطعة من المواد العضوية. بالإضافة إلى ذلك، تطورت فقط الفطريات تسوس الخشب الانزيمات اللازمة لتتحلل اللجنين، وهي مادة معقدة كيميائيا وجدت في الخشب. هذان العاملان جعل الفطريات

والمحللات الأولية في الغابات، حيث القمامة لديها تركيزات عالية من اللجنين وغالبا ما يحدث في قطع كبيرة. الفطريات تتحلل المواد العضوية عن طريق الإفراج عن الإنزيمات لكسر المواد المتحللة، وبعد ذلك أنها تمتص العناصر الغذائية في المواد المتحللة.

[Waggoner, Ben; Speer, Brian. (2013)] وتستخدم الخيوط المستخدمة لكسر المسألة وامتصاص العناصر الغذائية أيضا في الإنجاب. عندما خيوط نوعين من الفطريات تنمو قريبة من بعضها البعض، فإنها ثم تلتحم مع بعضها وتشكل الفطريات آخر.

[Waggoner, Ben; Speer, Brian. (2013)]

ديدانWorms

وتعتبر أنواع مختلفة من الديدان أيضا المحللات كما أنها بمثابة الزبالين. على سبيل المثال، الدودة التي تبدأ تستهلك تفاحة يساعد على تسريع اضمحلاله عن طريق إزالة أجزاء من الجلد واللحم، وفضح الداخلية من الفاكهة للعناصر والمحللات أخرى

المستوى الغذائي:

وهو احد مراحل أو اجزاء السلسلة الغذائية يتكون من نوع أو عدة انواع من كائنات حية تتشابه مع بعضها في طرق تغذيتها.

عند دراستنا للنظم البيئية المتواجدة على الكرة الارضية، يلاحظ ان الكائنات الحية غير ذاتية التغذية Heterotrophic تكون:

- أما آكلات الاعشاب Herbivorous التي تتغذى مباشرة على النباتات وتكون

معتمدة على الطاقة الغذائية لها (الطاقة الكامنة) في الكائنات ذاتية التغذية Autotrophic.

- أو تكون آكلات اللحوم Carnivorous التي يقتصر غذاؤها على منتجات حيوانية وهكذا فإنها تعتمد بصورة غير مباشرة على العنصر المنتج ويكون موقعها بعيداً عن مصدر الطاقة الغذائية.
- أو تكون آكلات اللحوم التي تقتل حيواناً آخر فتعد من المفترسات Predators.
- كما ان تكون هناك بعض الكائنات الحية التي تعتمد في غذائها على النباتات والحيوانات اي تكون آكلات الاعشاب واللحوم في آن واحد وتسمى بالكائنات القارتة Omnivorous مثل الإنسان اذ يستخدم الغذاء والاسهل توفراً والاكثر تواجداً.
- يكون عديم التخصص حيث يتمكن من العيش على مجموعة كبيرة من العوائل Hosts.
- بالإضافة إلى ان هناك حيوانات ونباتات رمية Saprophytic التي تعتمد في مصدر طاقتها على بقايا النباتات والحيوانات الميتة.

يتبين مما ذكر ان السلسلة الغذائية متباينة ومعقدة داخل النظم البيئية المختلفة وبالإمكان تلخيص وتقسيم هذه الانواع المتباينة من السلاسل الغذائية إلى ثلاثة اقسام رئيسية التي تعتمد على مصدر الطاقة الغذائية، اي اعتماداً على كيفية انتقال الطاقة الغذائية في المراحل المتعاقبة، وهذه الاقسام هي:

1. السلسلة الغذائية الافتراسية Predator Chain

هذا النوع من السلاسل الغذائية يتم فيه انتقال الطاقة من النباتات إلى الحيوانات الصغيرة ثم إلى الحيوانات الكبيرة والمفترسة. وتعتمد هذه السلسلة الغذائية على الطاقة الغذائية المتواجدة في النباتات الخضراء.

2. السلسلة الغذائية التطفلية Parasitic Chain

وفيها تنتقل الطاقة الغذائية من النباتات أو الحيوانات الكبيرة إلى الكائنات الصغرة. وهذا لا يعتمد على المصدر الرئيسي في السلسلة الغذائية على الغذاء المخزون في النباتات فقط.

3. السلسلة الغذائية الرمية Saprophytic Chain

وفيها تنتقل الطاقة من الكائنات الميتة بغض النظر عن كونها حيوانية أو نباتية إلى الاحياء الدقيقة المختلفة. وهنا يكون مصدر الطاقة المتنقلة من كائن حي إلى أخرى عبارة عن المواد العضوية المعقدة الموجودة في بقايا الكائنات النباتية والحيوانية الميتة.

عند ملاحظة السلسلة الغذائية في المناطق القطبية يلاحظ انها قصيرة حيث ان المستوى الاغتذائي الاول التي يتمثل بالنباتات يكون قليل من الحيوانات عادة مثل الدب الابيض والقوارض والثعالب القطبية وطائر النورس. في حين تكون السلسلة الغذائية في المناطق الاستوائية طويلة حيث ان أطول السلاسل الغذائية معروفة في هذه المناطق. ويلاحظ ان الغزلان والثعالب والطيور وغيرها فضلاً عن الإنسان.

اما المستوى الاغتذائي الثاني فإنه بغض النظر عن كونه مـن الحشـرات أو الغزلان أو الطيور فإنها تجهز الطاقة لمجموعة أخرى كبيرة مـن الحيوانـات والـتي تتمثل بالطيور الجارحة والثعالـب والاسـود وغيرهـا. كمـا ان الحيـوان الواحـد (الفريسة الواحدة) يمكن ان يجهـز مجموعـة متباينـة مـن الكائنـات في مسـتويات اغتذائية مختلفة. وهذا ينطبق على النظم البيئية المائية في المناطق المختلفة.

وتختلف السلاسل الغذائية باختلاف البيئات المختلفـة مـن حيـث تركيبهـا رغم كونها متشابهة المغزى.

الشبكات الغذائية: Food Webs

الشبكة الغذائية Food web هي مجموعة من السلاسل بما تنطوي عليه من تداخل وتعقيد وتشابك العلاقـات الغذائيـة فيمـا بينهـا. وهـي تبـدأ بالكائنـات المنتجة وتنتهي بالكائنات المحللة.

إن إعداد الكائنات الحية وانواعها لها تأثير كبير في نوعية الشـبكة الغذائيـة من حيث تعقيداتها. لذلك تكون الشبكة الغذائية بسيطة في المناطق الـتي تحتـوي على انواع قليلة من الكائنات الحية، كما في المنـاطق القاحلـة والقطبيـة. وتتعقـد الشبكة الغذائية كلما ازداد عدد الانـواع داخـل النظـام البيئـي كمـا في المنـاطق الاسـتوائية أو في المحيطـات، وتكـون اكثـر تعقيـداً في الانهـر المنتجـة في المنـاطق المعتدلة.

ومما يزيد من تعقيد الشبكة الغذائيـة انتحـاء بعـض كائناتهـا إلى اكثـر مـن مسـتوى تغـذوي واحـد، كمـا ان الـبعض منهـا يمثـل حيوانـات عاشـبة لاحمـة Omnivores تقتات على الحيوان والنبات معاً. أو ان يُظهر بعض احياء الشـبكة أنماطاً مختلفة من التغذية في الفصول المختلفة من السنة مما يؤدي إلى زيادة التعقيد في السلاسل والشبكات الغذائية.

ومن الجدير بالذكر ان الشبكة الغذائية كلما تكون معقدة تكون اكثر نباتاً واستقراراً، فالحيوانات المفترسة التي تعتمد نوعاً واحداً من الفريسة في تغذيتها تتعرض للخطر عندما يقل عدد افراد الفريسة بسبب المرض أو اي اسباب اخرى، وقد تنقرض أو تضطر إلى الهجرة عند اختفاء الفريسة بصورة كلية.

التركيب الاغتذائي: Tropical structure

التركيب الاغتذائي عبارة عن مكونات ومحتويات كل مرحلة (او مستوى اغتذائي) من مراحل السلسلة الغذائية في النظام البيئي.

ان المستوى الاغتذائي في السلسلة الغذائية لأي نظام بيئي يتكون من نوع أو عدة أنواع من الكائنات الحية والتي تكون فيما بينها التركيب الاغتذائي، ان ان جميع هذه الكائنات تكون المستوى الاغتذائي، فمثلاً الحزازيات واشجار الغابات والاعشاب المختلفة في غابة معينة يكون جميعاً تركيب المستوى الاغتذائي الاول في ذلك النظام البيئي.

يختلف التركيب الاغتذائي مواقع المراحل ضمن السلسلة الغذائية

الاهرام البيئية Ecological pyramids

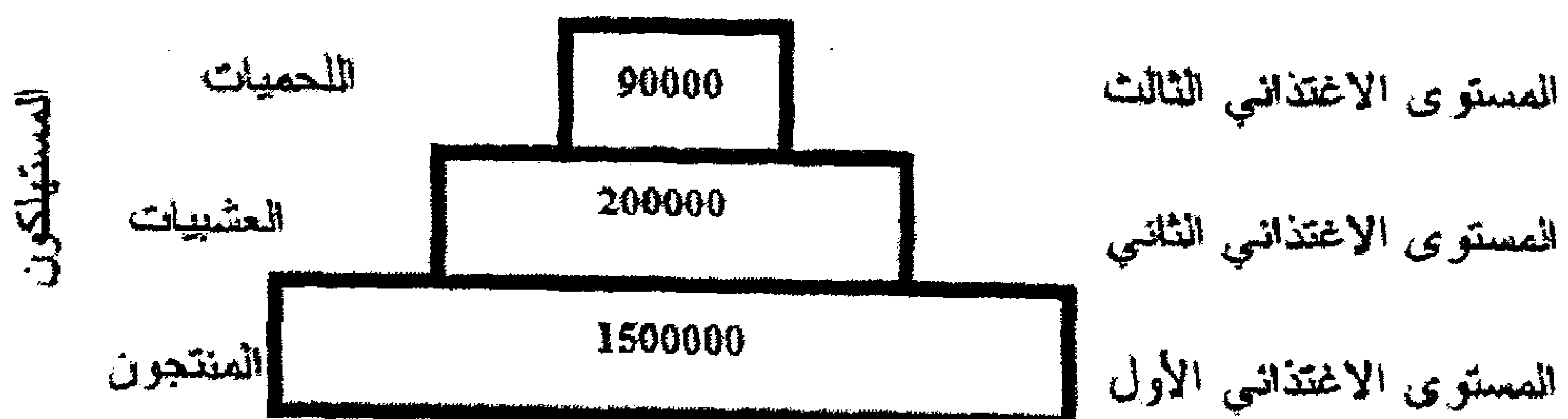
ان دراسة العلاقات الاغتذائية وانسياب الطاقة في النظام البيئي يتم بطريقة مبسطة من خلال استعمال الاهرام البيئية التي تتكون قواعدها من المستوى الاغتذائي الاول (المنتجون)، وتكون المستويات الغذائية المتعاقبة التي تليه بقية اجزاء الاهرام. وبهذا يلاحظ ان ما يحتويه هذا المستوى الاول (القاعدة) من الطاقة أو الكتلة الحية Biomass هو اكثر من المستويات الاغتذائية المتعاقبة الاخرى.

ان الاهرام البيئية هي إحدى الوسائل البسيطة التي تمثل ما يجري في النظام البيئي وهي وسيلة أخرى للتعبير لا عن الفعاليات المختلفة بين الانواع فحسب، بل تعني تفسيراً واضحاً للسلسلة الغذائية والشبكة الغذائية. حيث يمكن في الهرم البيئي توضيح كمية الطاقة المهيئة في اي مستوى اغتذائي إلى المستوى الاغتذائي الآخر والذي يليه من جهة، وكمية الطاقة المتدفقة إلى خارج المستوى الاغتذائي (الطاقة غير المستعملة) وهذا يشمل الطاقة المتحولة إلى الحرارة من التنفس فضلاً عن الطاقة غير المستهلكة من قبل المستوى الاغتذائي. ان التعقيدات الطبيعية تنعكس في الاهرام البيئية في حالات كثيرة مختلفة عندما يلاحظ وجود كائنات حية تتغذى بصورة مختلطة كالإنسان على سبيل المثال حيث يكون عشبي التغذية أو لحمي التغذية باختلاف السنوات والفصول والايام وحتى باختلاف الوجبات خلال اليوم الواحد. وبذلك يتداخل موضعه ضمن الهرم البيئي من المستويات المختلفة. واحياناً أخرى يلاحظ ان الكائن الحي تختلف تغذيته باختلاف عمره فينتقل من مستوى اغتذائي إلى مستوى اغتذائي آخر.

أنواع الاهرام البيئية:

يمكن تقسيم الاهرام البيئية حسب طرق التعبير عنها إلى ثلاثة انواع أساسية هي:

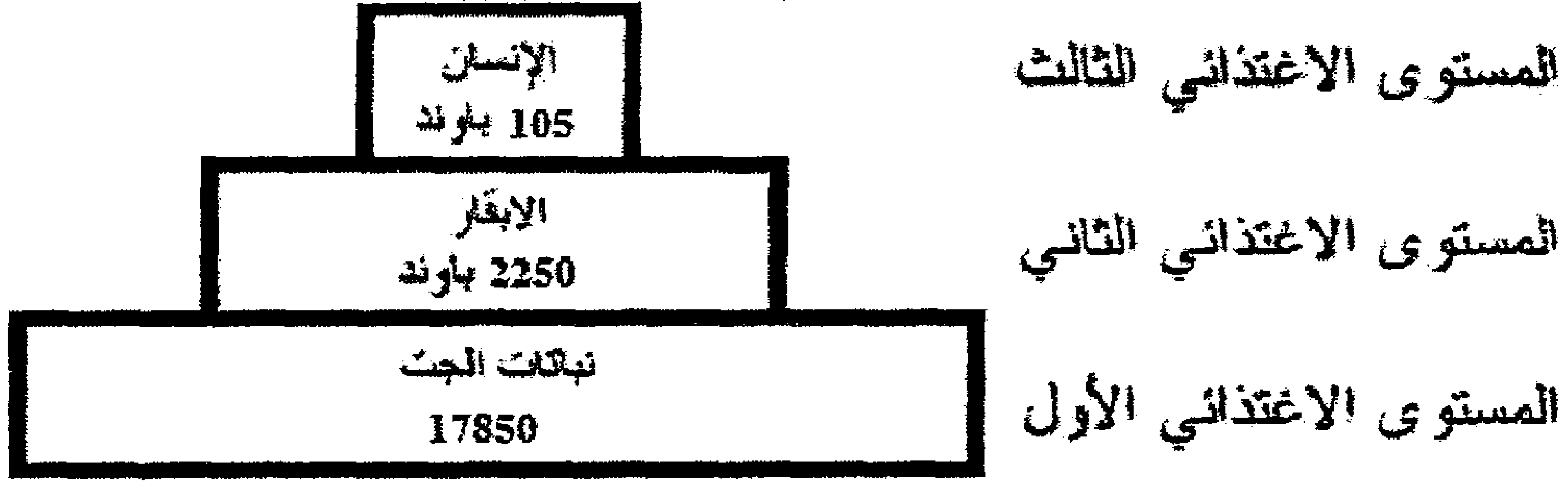
1. أهرام الاعداد: The pyramids of Numbers



شكل (38) هرم الاعداد: The pyramid of Numbers

2. اهرام الكتلة الحية: The pyramids of biomass

وهو الهرم الذي يبين كمية المادة الحيـة Biomass للمسـتويات الاغتذائيـة المتتالية معبراً عنها بالوزن الكلي الجاف أو الطري (غم/ م^2).



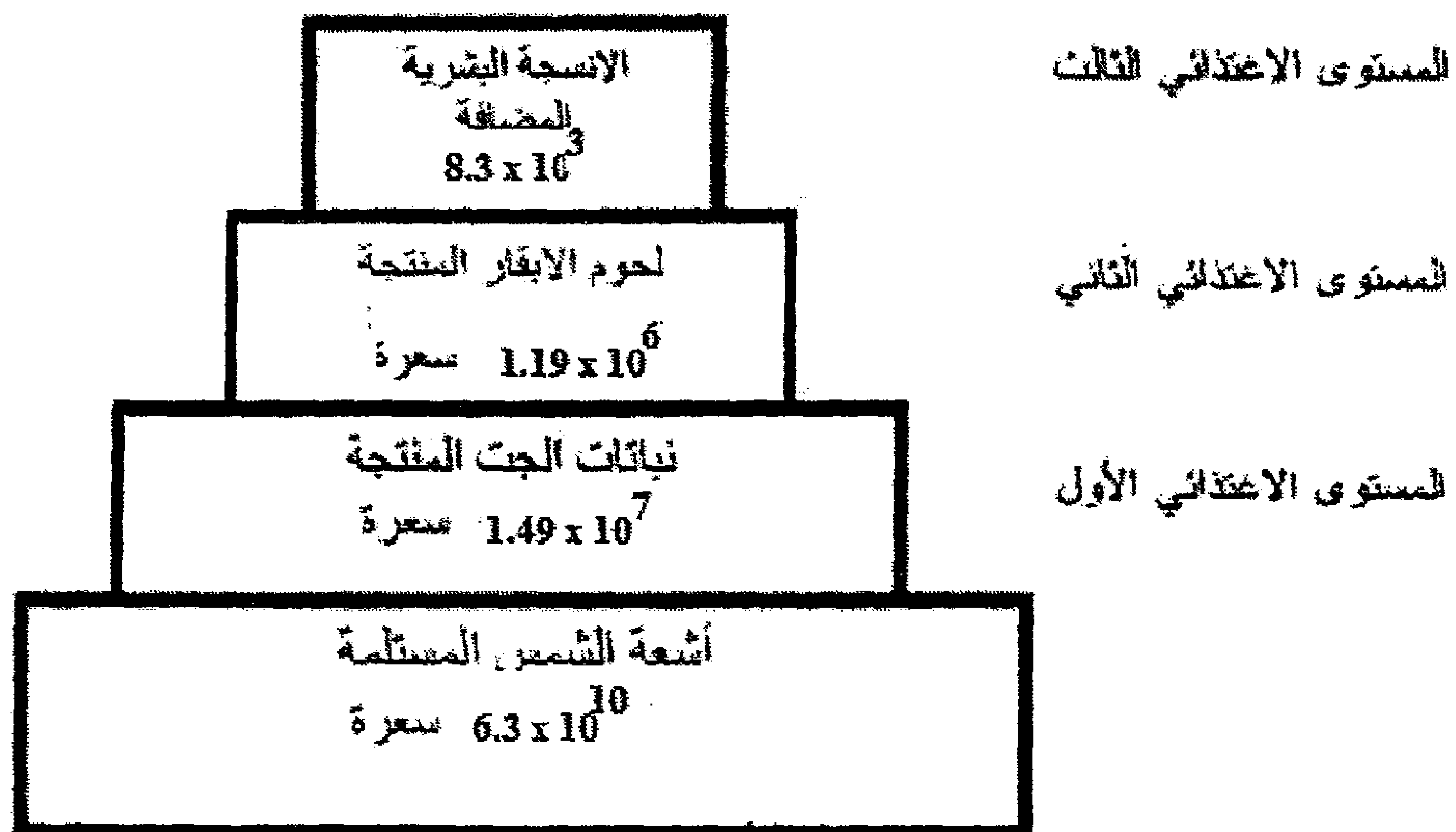
شكل (39) هرم الكتلة الحية: The pyramid of biomass

3. أهرام الطاقة: The pyramids of energy

وهو الهرم الذي يبين معدل انسياب الطاقة في المستويات الاغتذائية المتتالية ويعبر عنه بالكيلو سعرة في المتر المربع في السنة.

تختلف اهرام الطاقة عن اهرام الاعداد أو الكتلة الحية، اذ ان اهرام الطاقة لا تعبر عن الحالة الراهنة (اي لحظة معينة من الوقت) في النظام البيئي، بل هـي صورة كلية السلسلة الغذائية وبذلك يكون الهرم دائمـاً بوضـع صـحيح حسـب قوانين الديناميكية.

ان هرم الطاقة لا يعبر عن ما تحتويـه المسـتويات الاغتذائيـة فحسـب بـل كفاءة النظام البيئي ككل من جهة، وكفاءة النباتات الحية المكونـة لكـل مسـتوى اغتذائي ضمن السلسلة الغذائية من جهة أخرى.



شكل (40) هرم الطاقة The pyramids of energy

References المصادر

- USDA Natural Resources Conservation Service.2013 report
- Waggoner, Ben; Speer, Brian. (2013) "Fungi: Life History and Ecology". *Introduction to the Fungi.* Retrieved 24 Jan 2013.
- Tremblay, J.-E., Belanger, S., Barber, D.G., Asplin, M., Martin, J., Darnis, G.;, Fortier, L., Gratton, Y., Link, H., Archambault, P., Sallon, A., Michel, C. ,Williams, W.J., Philippe, B. and Gosselin, M. 2011. Climate forcing multiplies biological productivity in the coastal Arctic Ocean. *Geophysical Research Letters* 38: 10.1029/2011GL048825.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA. pg. 79
- Odum, H. T. (1988). "Self-organization, transformity, and information". *Science* 242 (4882): 1132–1139.
- Carmack, E. and MacDonald, R.W. 2002. Oceanography of the Canadian Shelf of the Beaufort Sea: A setting for marine life. *Arctic* **55**: 29-45.
- Clough, L.M., Renaud, P.E. and Ambrose, W.G. 2005. Impacts of water depth, sediment pigment concentration, and benthic macrofaunal biomass on sediment oxygen demand in the western Arctic Ocean. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **62**: 1756-1765.
- .Soreide, J.E., Leu, E., Graeve, M. and Falk-Petersen, S. 2010. Timing of blooms, algal food quality and Calanus glacialis reproduction and growth in a changing Arctic. *Global Change Biology* **16**: 3154-3163.
- Arrigo, K. R. *et al.* Phytoplankton community structure and the drawdown of nutrients and CO_2 in the Southern Ocean. *Science* 283,365-367(1999). doi:10.1126/science.283.5400.365

الفصل الخامس

الجماعة (السكان)

الفصل الخامس

الجماعة (السكان)

- الجماعة (السكان)
- خصائص الجماعة السكانية
- الاقليمية
- مراتب الهيمنة
- لمجتمع
- العلاقات بين الكائنات الحية في المجتمع
- العلاقات السلبية
- العلاقات الايجابية
- تباين الانواع
- المصادر

الفصل الخامس

مستويات الدراسة في علم البيئة

هناك عدة مستويات لدراسة العلاقة بين الكائنات الحية والظـروف البيئيـة المحيطة بها، كذلك دراسة العلاقات البيئية بين الانواع النباتية بعضها مع الـبعض الآخر.

- هناك فروع من علم البيئة يختص بدراسة كائن حي واحد Individual (مفرد) أو فردي ويشمل ذلك دراسة تاريخ حياته وسلوكه وفسلجيه كوسيلة لتكيفه مع العوامل البيئية المحيطة به في البقعة التي يعيش عليها التي تسمى الموطن.
- الموطن Habitat: هو عبارة عن البقعة الطبيعية أو المكان الـذي يلجـأ إليـه أو يعيش فيه الكائن الحي.
- أو يمكن دراسة مجموعة من الكائنات الحية تعود إلى نفس النوع والـتي تسـمى الجماعة.

الجماعة Population: هي عبارة عن مجموعـة مـن الافـراد المتفاعلـة معـاً تعود إلى نفس النوع وتشغل نفس الموطن البيئي. مثل مجموعة اشجار الضـوء أو مجموعة اشجار الحمضيات. ان فرع علم البيئة الذي يختص بمثل هذه الدراسات البيئية يسمى علم البيئة الفردي Autoecology.

كما يمكن دراسة مجموعة من الكائنات الحية تعود إلى أنواع مختلفة وتشـغل موطن بيئي مشترك وذات علاقات مع بعضها البعض ومع العوامل البيئية المحيطة بها. مثل مجتمع الغابة الذي يشمل أنواع مختلفة من الاشجار مثل اشجار الضـوء والصفصاف والبلوط وغيرها من الانواع.

ان فرع علم البيئة الذي يختص بمثل هـذه الدراسـات يسـمى علـم البيئـة الجماعي Synecology أو علم بيئة المجتمع.

اذ ان الكائنات الحية ذاتية التغذية Autotrophic تشمل المرحلـة الاولى في السلاسل الغذائيـة والـتي تعـرف بـالمنتج Producer وتسـمى المسـتوى الغـذائي الاول. ويختلف تركيبها من الهائمات النباتية والنباتـات الراقيـة المائيـة في الـبرك والمستنقعات والاهوار. أو قد تتكون من الاعشاب والحشائش أو من الاغشـاب والادغال والاشجار في بيئة اليابسة.

الجماعة (السكان) Population

الجماعة: هي مجموعة من الافراد تعود إلى نفـس النـوع Species وتشـغل مكاناً معيناً في فترة معينة، اي تشغل نفس الموطن البيئي.

استعمل هذه الكلمة population بادئ الامـر لـتعني الجماعـة السـكانية البشرية أو السكان ثم تطور استخدامها ليشمل كافة الاحياء الاخـرى، لـذا قـد يطلق على الجماعة مصطلح السكان ايضـاً. وللجماعـة صـفات متنوعـة وذات طبيعة احصائية (قابلة للقياس) مثل الكثافة أو الحجـم population density or size ومعـدل الـولادات Natality ومعـدل الوفيـات أو الهلاكـات Mortality وشكل النمو والانتشار.

تتكون الجماعات بعدة طرائق هي:

1. نتيجة التكاثر.
2. نتيجة النقل بواسطة عوامل المحيط، مثل الرياح، المياه وغيرها.
3. نتيجة للانتقال بواسطة حركة الكائن الحي نفسه (الهجرة).

خصائص الجماعة السكانية: Population group properties

تتصف الجماعة السكانية بعدة صفات متنوعة هي:

اولاً: الكثافة: Density

تعرف الكثافة بأنها حجم السكان بالنسبة إلى وحدة ما من المكان. وبعبارة أخرى فإن الكثافة السكانية تتمثل عدد الافراد أو الكتلة الحية في وحدة المساحة أو الحجم.

فمثلاً يقال (180) شجرة في الدونم، أو مليون دايتوم في المتر المكعب من مياه بحيرة، أو (150) كغم من الاسماك في دونم من مزرعة سمكية.

ان طريقة تقدير الكثافة السكانية لأي نوع يختلف عن تقديرها لنوع آخر. فمثلاً الطريقة المثلى لحساب الكثافة السكانية لنوع من الابتدائيات لا يمكن اعتمداها في حساب الكثافة السكانية لنوع من الحيوانات الفقارية. وعليه يمكن الاستنتاج بأن هناك بعض العوامل المهمة التي يجب الاخذ بها بنظر الاعتبار في تحديد طريقة حساب الكثافة السكانية لأي نوع منها الحجم والحركة والموقع قياساً بالأنسان.

تؤدي الزيادة في الكثافة إلى ازدياد المنافسة بين الافراد على ضرورات الحياة. وتكون هذه المنافسة بين الافراد الذين ينتمون إلى جماعة واحدة اشد قساوة من المنافسة التي تحدث بين الافراد الذين ينتمون لجماعات مختلفة لانهم يشغلون نفس مكان العيش ويتطلبون نفس الغذاء ويتعرضون إلى نفس المخاطر.

لقد استخدمت طرائق عديدة مختلفة لقياس الكثافة السكانية ومن اهمها ما يأتي:

1. طريقة الحسابات الكلية: Total Count Method

يمكن استخدام هذه الطريقة مع الكائنات الكبيرة أو الواضحة في بيئة اليابسة، كما تستخدم بصورة عامة في المياه بالنسبة إلى النباتات المائية كالهائمات النباتية.

2. طريقة المربع Quadrate Method

تتضمن هذه الطريقة حساب أعداد أو أوزان الكائنات الحية الموجودة في مساحة معينة من الارض تضم النباتات أو الحيوانات للحصول على كثافة مقدرة في تلك المساحة.

3. طريقة التعليم واعادة الاصطياد: Marking and Recapture Method

تستخدم هذه الطريقة للحيوانات المتحركة والتي بأمكانها التنقل من مكان لآخر كالطيور والحشرات والحيوانات البرية المختلفة. تتضمن هذه الطريقة القبض على عينة sample من (الجماعة) ثم يتم تعليمها بعلامات معروفة تحوي رقماً ومعلومات معينة عن ذلك الفرد. ثم تطلق الافراد المعلمة، ويشترط ان يتم اصطياد الحيوانات المعلومة وغير المعلمة بشكل عشوائي كما ان هذه الحيوانات يجب ان تكون معرضة لنفس المعدلات من الوفيات.

ثانياً: الولادات Natality

تعرف الولادات بأنها قليلة الجماعة (السكان) الغريزية للازدياد.

ويعرف معدل الولادات بأنه مقياس الجماعة الذي يصف المعدل الذي ينتج به افراد جدد.

وتدل الولادات على زيادة السكان تحت ظروف بيئية معينة وتختلف باختلاف حجم وتركيب السكان والظروف البيئية. ويسمى الحد الاعلى من الولادات بالولادات المطلقة أو الولادات الوظيفية Physiological natality والتي تعني انتاج الحد الاعلى النظري من افراد جدد تحت ظروف مثلى، اي بتأثير عوامل وظيفية فقط، والتي تكون ثابتة بالنسبة إلى اي مجموعة سكانية. في حين ان الولادات Natality تشير إلى الزيادة في السكان تحت ظروف بيئية تكون غير ثابتة والتي يشار اليها عادة بالولادات البيئية والتي تتباين باختلاف الظروف البيئية وتسمى الولادات البيئية Ecological natality.

ثالثاً: الهلاكات: Mortality

تشير الهلاكات إلى موت الافراد في السكان (الجماعة) وهو لحد ما نقيض للولادات. ويمكن التعبير عن الهلاكات بأنه عدد الافراد الميتة من السكان خلال مدة زمنية محددة، اي عدد الوفيات مقسوم على الزمن.

وهناك نوعين من الهلاكات هي:

1. الهلاك البيئي Ecological mortality: وهو هلاك الافراد تحت ظروف بيئية معينة، وهو يكون غير ثابت ويعتمد على طبيعة السكان والظروف البيئية المحيطة كما يحدث في الكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين والفيضانات والامراض الوبائية وكذلك الحروب، والجفاف والانخفاض الشديد في درجات الحرارة (الانجماد) أو الارتفاع الشديد في درجات الحرارة وغيرها.
2. الهلاك الفسلجي Physiological mortality: وهو ان الافراد تهلك نتيجة للشيخوخة. وهو ثابت نوعاً ما لانه يتم تحت الظروف المثلة أو

غير المحددة. وقد يستعمل معدل البقاء 'survival rate بجل من مصطلح معدل الهلاك Mortality rate ويختلف معدل الهلاكات باختلاف الانواع وكذلك بالاختلاف عمر الافراد.

رابعاً: انتشار السكان أو الجماعة Population dispersal

يقصد بالانتشار dispersal هو ترك منطقة النشوء والتحول إلى مناطق اخرى. ويتم الانتشار بواسطة الماء أو الرياح أو الطيران أو التعلق بالحيوانات للانتقال من منطقة إلى أخرى مما يؤدي إلى تجمعها بمنطقها خارج منطقة نشوئها الاصلية، أو إلى تبعثرها وضياعها.

ويعرف الانتشار dispersal بأنه حركة الجماعات من مناطق نشوئها وتبعثرها في مناطق جديدة مختلفة عن المناطق الاصلية.

فالانتشار يتضمن حركة الافراد، البذور، السبورات، اليرقات وغيرها.

وهناك مصطلح Dispersal ويعني الانتشار أو التوزيع الداخلي. وهو الكيفية التي تتوزع بها الافراد داخل المجتمع أو الموطن الذي يشغلونه.

ويتم الانتشار Dispersal بثلاثة اشكال هي:

1. الهجرة الوقتية Migration: وهي الحركة من مكان إلى مكان آخر ثم العودة الدورية اليه، وقد تسمى الهجرة الموسمية.
2. الهجرة الخارجية أو الاغتراب Emigration: وهي هجرة أو حركة الافراد إلى خارج مناطق نشوئها وعدم العودة اليها.
3. الهجرة الداخلية أو الاستيطان Immigration: وهي هجرة الافراد إلى منطقة معنية لم تكن قد دخلتها من قبل والاستيطان فيها.

أن من اهم اسباب الانتشار هو الهجرة الموسمية كما يحدث في الكثير من الحيوانات كالطيور والحشرات والاسماك. كما ان هناك سبب آخر هو التزاحم Crowding أو زيادة الكثافة السكانية مما يجعل المكان والغذاء غير كافيين لكل الافراد فيدفع بعض الافراد إلى البحث عن غذاء افضل ومكان اوسع في منطقة اخرى. هناك بعض الكائنات تحدد في انتشارها بسبب عدم قدرتها على التنقل كالنباتات وبعض الحيوانات الصغيرة، في حين ان السبورات والبذور قد تنتشر لمناطق بعيدة.

يعد انتشار نوع من انواع التكيف Adaptation اذ يتلائم السكان مع الظروف البيئية المتغيرة. كما يسمح الانتشار بتبادل المادة الوراثية (الجينات) بين المجموعات السكانية.

خامساً: التنظيم السكاني: Population regulation

في جميع الانظمة البيئية هناك ميل شديد لجميع المجاميع السكانية لان تتطور خلال الانتخاب الطبيعي Natural Selection نحو التنظيم الذاتي، وقد يكون من الصعب انجاز ذلك تحت الاجهاد الخارجي.

يتحدد نمو السكان (الجماعة) بواسطة نوعين رئيسيين من العوامل هما:

1. العوامل معتمدة الكثافة: Density – dependent factors

وهي عبارة عن مؤثرات بيئية تتباين فيها شدة الفعل مع كثافة السكان.

بصورة عامة تزداد شدة الفعل بزيادة الكثافة. فعلى سبيل المثال يكون عامل الوفيات الذي يهلك (10٪) فقط من السكان عند كثافات واطئة فإنها تهلك (70٪) عند كثافات عالية.

2. العوامل غير معتمدة الكثافة Density – Independent factors

وهي العوامل التي تؤثر على السكان بغض النظر عن الكثافة. فمثلاً قد يهلك إعصار أو موجة برد أو فيضان (95٪) من السكان بغض النظر عن الكثافة سواء كانت واطئة ام عالية.

الاقليمية: Territorialism

يعرف الأقليم بأنه تلك المنطقة التي يتم الدفاع عنها ضد اعداء آخرين عائدين لنفس النوع. فقد يقوم باحتلاله والدفاع عنه من قبل فرد واحد كما في حالة سمك ابي شوكة، أو يقوم بذلك زوج كما في حالة العديد من الطيور، أو يقوم بذلك مجموعة اجتماعية كما في حالة قرود الجبون، وقد يشمل الاقليم معظم مسكن الفرد المحتل بما في ذلك الوكر الذي يعيش فيه. أو قد يشمل فقط منطقة محددة حول موقع العش أو موقع التغذية كما هو الحال في طيور عديدة. ان للأقليمية صفة أساسية وهي ان للحيوانات الفرادى أو الجاميع الحيوانية ملكية سيطرة على بقعة معينة من المكان ويكون لها حقوق استغلال لهذه البقعة وللموارد التي تحويها.

مراتب الهيمنة: Dominance hierarchies

وهي عبارة عن انظمة تسلسل مراتب الفرد في الجماعة حيث حدد حرية وصول الفرد وافضلياته لاستخدام الموارد الطبيعية.

ففي الوقت الذي تعمل الإقليمية على توزيع الموارد إلى حصص على اساس حيزي، فإن مراتب الهيمنة توزع إلى حصص على اساس تفضيل فردي في الحيز الطبيعي نفسه. يلاحظ ان للحيوانات المهيمنة حرية وصول تفضيلي للغذاء المتاح وللتزاوج أو لموقع العش ولمحلات الراحة، وغالباً ما تكون الهيمنة

واضحة بين الحيوانات عن طريق الازاحة الجسدية، اي ازاحة احد الافراد من قبل فرد آخر في موقع التغذية أو موقع الاستراحة. وقد تتضمن الهيمنة استعراضات مختلفة تصل إلى التهديدات بين الافراد ونادراً ما تتضمن صراعاً مباشراً.

في حالة تأسيس المراتب فعندئذٍ يتم الحفاظ عليها بواسطة الاستعراض أو بواسطة الذاكرة الاجتماعية. فعندما يوطد احد الحيوانات مرتبة عالية من الهيمنة فإنه لا يحتاج لعرض هذه المرتبة باستمرار على الافراد الآخرين في مجموعة اجتماعية ثابت. وتصبح المرتبة العالية لبعض الافراد والمرتبة الواطئة لأفراد آخرين نمطاً اجتماعياً مقبولاً ضمن المجموعة، وعندما تصبح الظروف غير مستقرة من جراء الموت أو الاغتراب أو الغزو فسيكون هناك إعادة توطيد للمكانة ضمن مراتب الهيمنة.

المجتمع: Community

المجتمع: هو تجمع عدد من الكائنات الحية التي تعود إلى أنواع مختلفة وتشغل موطن بيئي مشترك وترتبط بعلاقات مع بعضها البعض ومع العوامل البيئية التي تعيش فيها. فهو وحدة منظمة اذ يملك خصائص اضافية على ما تملكه مكوناته من الافراد أو الجماعة.

وبمعنى اخر فإنه يمثل مرتبة من التنظيم الاحيائي اعلى بدرجة من الجماعة (السكان). ونظراً لأن المجتمعات الاحيائية Biotic Community تشمل الكائنات الحية فقط. لذلك فإنها لا تكون شاملة كالانظمة البيئية Ecosystems ويعد المجتمع جزءاً حياً من النظام البيئي. تدعى المنطقة الفاصلة بين مجتمعين أو اكثر بالمنطقة البيئية الانتقالية Ecotone، وتحتوي هذه المنطقة على الكثير من

الاحياء التي تخص المجتمعات المتداخلة فضلاً عن الاحياء التي تختص بها هذه المنطقة والتي تكون غير موجودة في المجتمعات المجاورة لها.

ان مفهوم المجتمع الحيوي يتضمن فهم التفاعل الحاصل سلباً أو إيجاباً بين المجموعات المختلفة في ذلك النظام البيئي. فعندما تتشارك الاحياء في العيش في موطن واحد فإنها تتفاعل بينها بصورة معقدة جداً اذ يتقرر بموجبها بقاء نوع أو بضعة أنواع وفي بعض الاحياء يتهدد حياة المجتمع بأكمله اعتماداً على كفاءة الاستغلال والتعايش ونمطه.

يلاحظ احياناً سيادة نوع أو اكثر من الكائنات الحية في المجتمع الحيوي بشكل ملحوظ من الناحية العددية أو الكتلوية. فعلى سبيل المثال قد تكون الغابة سائدة بأشجار البلوط أو الجوز واحياناً أخرى ضمن اشجار البلوط تكون النباتات العالية الكبيرة من نفس النوع هي السائدة، وهنا تحجز الضوء عن النباتات الاخرى ويتحدد نموها وتكاثرها في ذلك النظام البيئي.

من السهل تحديد النوع السائد في الانظمة البيئية البسيطة التي تحتوي على نوع أو نوعين سائدين في كل مستوى اغتذائي. في حين الانظمة البيئية المعقدة يكون من الصعوبة تحديد الانواع السائد فيها اذ يصعب تحديد أو تمييز نوع واحد بسيادته على الانواع الاخرى.

العلاقات بين الكائنات الحية في المجتمع:

هناك شبكة من التفاعلات والعلاقات التي ترتبط بها الانواع المختلفة من الكائنات الحية، إذ لا تتواجد الكائنات الحية المختلفة لوحدها في الطبيعة، بل مع العديد من الانواع الاخرى وضمن مساحة معينة. وتكون هذه التفاعلات مباشرة وواضحة كما في السلاسل الغذائية، وقد تكون تفاعلات أخرى اكثر

تأثيراً ولا تتضمن التغذية بالضرورة. وبعضها يكـون تعاونيـاً ونافعـاً لواحـدة أو اكثر من الجماعـات المتفاعلـة، بينمـا يكـون بعضـها الاخـرى تنافسـياً أو محـدداً للجماعات المتفاعلة. وتتمثل التفـاعلات التعاونيـة بالتعـايش Commensalism وتبادل المنفعة Mutualism والتي تعد انماطاً متخصصة للتكافل Symbiosis.

في حـين تتمثـل العلاقـات التنافسـية أو المحـددة بـالافتراس Predation والتطفل Parasitism بما في ذلك الامـراض المعديـة بجميـع انواعهـا، والتنـافس Competition والتضادية Amensalism أو التضاد الحيوي Antibiosis.

بصورة عامة يمكن اختصار جميع هـذه العلاقـات والتـداخل بـين الانـواع بالعلاقات السلبية والعلاقات الايجابية وكما يأتي:

اولاً: العلاقات السلبية Negative Relationships وتشمل:

1. التنافس Competition

يعد التنافس احد التفـاعلات بـين الجماعـات السـكانية لنـوعين أو اكثـر والذي يؤثر عكسياً في نموها وبقائها. ويكون التنافس على نوعين:

أ. التنافس من أجل الموارد Resource competition

يحدث هذا النوع من التنافس عندما تحتاج مجموعة مـن الكائنـات العائـدة لنوع واحد أو لأنواع مختلفة إلى المورد نفسه والذي يكون عادة متـوافر في البيئـة بكميات قليلة.

ب. التنافس المتداخل Interference Competition

يحدث هذا النوع من التنافس من أجل الموارد، وتنافس مضـادات الحيـاة، أو التنافس من اجل الضوء. ان التفاعل التنافسي كثيراً ما يتضمن المكان والغذاء

والضوء والتعرض للمفترسات والامـراض وغيرهـا. قـد يحـدث التنـافس بـين نوعين أو اكثر فيسمى التنـافس البينـوعي Interspecific Competition أو قـد يحصـل بـين افـراد النـوع الواحـد فيسـمى التنـافس الضـمني Intraspecific competitiion.

الاهمية البيئية للتنافس:

ان لنتائج التنافس اهمية بيئية كبيرة يمكن اختصارها بالنقاط الاتية:

- يؤدي التنـافس بـين الانـواع إلى حـدوث التـوازن البيئـي بـين النـوعين المتنافسين.
- قد ينتج عن التنافس بأن يحل احد النوعين المتنافسين محل النوع الاخر في ذلك المكان ويجبره على الرحيل إلى مكان آخر.
- قد يجبر احد النوعين المتنافسين على استخدام غذاء مـن نـوع آخـر مـن مورد أخر.

ويمكن القول انه لا يمكن لنوعين لهمـا نفـس المركـز البيئـي Ecological niche ان يبقيا في نفس المكان. اي ان الانواع المتشابهة فسلجياً أو مظهرياً لدرجة ان يكون لها نفس متطلبات المركز البيئي فلكي يستمرا بالبقـاء فيجـب ان يحـتلا مراكز بيئية مختلفة. اي بمعنى أخرى يجب ان ينعزلا بيئياً، وهذا العزل بين الانواع المتقاربة جداً يعرف بمبدأ الاقصاء التنافسي Competitive exclusion

2. الافتراس Predation

يشير الافتراس إلى اقتناص حيوان لحيوان آخر مـن أجـل الغـذاء. ويعتـبر الافتراس ذات أهمية من خلال ثلاثة مستويات هي:

أ. ان تأثير الافتراس يحدده نوع الفريسة. ففي حالة تأثيره على الفرائس التي تعتبر كآفات مضرة فيعتبر الافتراس ذا فائدة بيئية. اما في حالة تأثيره على الفرائس التي تعتبر مهمة أو ذات اهمية بيئية للإنسان يعد الافتراس ضاراً.

ب. تساهم بعض حالات الافتراس في تنظيم المجتمعات والوصول إلى حالة التوزان البيئي.

ج. يعد الافتراس عامل رئيسي في الانتخاب الطبيعي Natural selection اذ ظهرت الدراسات ان الافتراس يزيل بصورة اختيارية الحيوانات المعمرة والمريضة أو المصابة والضعيفة من جماعة الفريسة. فعند إزالة تلك الافراد والتي يمكن اقتناصها من الجماعة، في حين تكون الحيوانات النشيطة والجيدة اقل عرضة للوقوع ضحية للمفترس، وهذه تعتبر وسيلة من وسائل الانتخاب الطبيعي.

تحاول الفريسة إتباع وسائل معينة لتفادي الوقوع فريسة في يد المفترسات وبطرق مختلة مثل عمل انفاق تحت سطح الارض للاختباء من الاعداء، أو من خلال التكيفات السلوكية والمظهرية مثل تغيير اللون واطلاق رائحة منفرة والصوت والحركة.

ان النباتات لا يمكنها التخلص من اعدائها كما تفعل الحيوانات لكونها ساكنة، ولكن تتواجد في بعض النباتات تحورات مظهرية مثل وجود الشعيرات والاشواك أو الطعم المر والتي من شأنها ابعاد الرعي عنها والتخلص من الحيوانات التي تحاول افتراسها.

3. التطفل Parasitism

تشمل العلاقة التطفلية كون كائن حي يعيش بداخل أو على جسم كائن حي أخر بحيث يستمد غذاءه منه وبذلك يؤدي ضرراً له يصل إلى حالة الموت.

لذا يتشابه مفهوم التطفل مع مفهوم الافتراس عندما يؤدي التطفل إلى الموت.

قد يكون الطفيلي طفيلياً مؤقتاً كما في حالة القرادة الخشب، أو قد يكون طفيلياً مقيماً بصورة اكثر دائمية كما في حالة الدودة الشريطية. اما الضرر الذي يسببه الطفيلي للمضيف Host فقد يكون ضئيلاً نسبياً أو ضرراً معيناً ومتفاوتاً وقد يصل احياناً إلى الموت. يكون التطفل ظاهرة شاملة في جميع الكائنات الحية فقد يشمل الحيوانات والنباتات.

4. التضادية والتضاد الحيوي Amensalism and Antibiosis

تعد التضادية من العلاقات التي يتم فيها تثبيط جماعة واحدة في حين تكون الجماعة الاخرى غير متأثرة. فمثلاً ان تظليل نباتات معينة تحت الاشجار العالية في الغابة، فأن الاشجار العالية سوف تقلل من كمية الضوء ونوعيته الذي يصل إلى سطح الغابة، وبذلك لا يمكن للكثير من النباتات من الحصول على كفايتها من الضوء.

أما التضاد الحيوي Antibiosis فهو نمط معين من التضادية اذ يقوم كائن حي بإنتاج مادة ايضية بوصفها ناتجاً عرضياً تكون سامة لكائنات حية أخرى. ومن الامثلة على التضاد الحيوي هو البنيسيليون أو العفن Pencidllium الذي ينتج مادة حيوية مضادة تسبب موت العديد من البكتيريا. ومن هذا المفهوم استطاع الإنسان تطوير مفهوم المضادات الحيوية Antibiotics في الطب السريري، فعلى سبيل المثال استخدم كل من البنسيلين Penicillin والستربتومايسين Streptomycin والايرومايسين Aureomycin ضد كائنات حية ممرضة.

ثانياً: العلاقات الايجابية Positive Relationships

يطلق على الارتباطات الوثيقة المختلفة بين الكائنات الحية من أنواع مختلفة مصطلح التكافل symbiosis والذي يشتمل على نوعين هما:

ا) تبادل المنفعة Mutualsim

في هذا الارتباط يستفيد النوعان المتفاعلان من هذه العلاقة والتي قد تكون اجبارية أو اختيارية، وتكون مهمة لبقاء كلا النوعين.

ويتمثل تبادل المنفعة بصورة تقليدية بالترافق بين الطحالب Algae والفطريات Fungi لتكوين الانشات Lichens اذ تجهز الفطريات الهيكل والرطوبة ومواقع التعلق التي تنمو فيها خلايا الطحالب، وتقوم الطحالب بانتاج الغذاء لنفسها وللفطريات معاً.

كما ان العلاقة بين جذور النباتات البقولية وبكتيريا تثبيت النتروجين، اذ تجهز الجذور موطناً لمعيشة البكتيريا، وتجهز البكتيريا النتروجين للنبات بعد تثبيته على هيئة نترات تستطيع جذور النباتات امتصاصه.

وكمثال على التبادل الاجباري هو العلاقة بين الحيوان الأولي السوطي Trichonympha والنمل الابيض آكل الخشب (الارضة)، اذ لا يستطيع اي من هذين النوعين من العيش دون وجود الآخر. فالحيوان السوطي يعيش فقط في القناة الهضمية للنمل الابيض ويقوم بهضم مادة السيليلوز، في حين يقوم النمل الابيض بتجهيز الحيوان الأولي بموطن وبيئة ثابتة فضلاً عن المواد الغذائية الاساسية، كما يوفر الحيوان الأولي عملية هضم حيوية للنمل الابيض وهي هضم مادة السيليلوز التي لا يستطيع النمل الابيض من هضمه.

ب) التعايش Commensalism

في حالة التعايش تكون العلاقة بين نوعين مختلفين احدهما يستفيد ولكن النوع الأخر لا يستفيد وفي نفس الوقت لا يتضرر. وعلى سبيل المثال فإن علاقة سمك الريمورا مع سمك القرش، اذ تتعلق سمكن الريمورا بجلد سمك القرش بواسطة قرص محجمي قوي ويتم نقلها على نحو واسع وبصورة سريعة بواسطة القابلية الحركية للقرش، كما تلتهم سمكة الريمورا ايضاً بقايا الطعام الموجودة بين فكي القرش، فضلاً عن توفير الحماية لسمكة الريمورا، لذا تستفيد الريمورا في نواحي عديدة ويكون القرش غير متأثر نسبياً. يلاحظ ان عدد من الكائنات الحية الكبيرة يمكن ان توفر موطن أو ملجا لكائنات حية أخرى. فمثلاً الاشجار الكبيرة في الغابات تعد موطناً لعدد من الحيوانات التعايشية كأنواع مختلفة من الطيور، اذ تسكن فيها وتتكاثر وتضع بيوضها وتربى افراخها دون الضرر لتلك الاشجار.

هناك علاقة أخرى بين الكائنات الحية ليست سلبية ولا ايجابية تدعى علاقة الحياد Neutralism وفيها يسلك كل كائن حي مسلكاً مستقلاً تماماً عن الكائن الحي الأخر، ولا تتأثر احدهما بوجود الأخر.

تباين الانواع Species Diversity

ان عدد أنواع الكائنات الحية على الكرة الارضية بما في ذلك الانواع في بيئة اليابسة والبيئة المائية غير محدد بدرجة دقيقة وذلك بسبب ان انواعاً جديدة تكتشف بشكل مستمر، فضلاً عن ان هناك مناطق عديدة في العالم ما تزال غير مدروسة بشكل كامل مثل الغابات الاستوائية. تشير المصادر الحديثة ان التقديرات لعدد الانواع الكلي المعروفة تصل إلى (1.5) مليون نوع، ويمكن زيادة

العدد على ذلك اضعافاً مضاعفة عند اكتشاف الانواع الاخـرى غـير المعروفـة في العالم كما أكدا ذلك كل مـن بـوتكن وكلـير (Botkin & Keller، 2000) في كتابهمـا (علم البيئة). وفيما يلي عدد الانواع الموجودة في مملكات الكائنات الحية الخمسة وهي:

1. مملكـة الطلائعيـات (مـونيرا) Kingdom Monera: وتشـمل البكتيريـا والطحالب الخضراء المزرقة. عدد الانواع فيها هو (100) الف نوع.
2. مملكـة الابتـدائيات (بروتيسـتا) Kingdom protista: وتشـمل الطحالـب والكائنات الحية وحيدة الخلية والفطريات ذات الابواغ المسوطة وفيهـا (60) ألف نوع.
3. مملكة الفطريات عدد الانواع فيها هو (100) ألـف نـوع: . المملكـة النباتيـة Kingdom Plantae وفيها أكثر من (270) ألف نوع وتشمل:

أ- الحزازيات. ويوجد فيها (24) الف نوع.

ب- السرخسيات. ويوجد فيها (12) ألف نوع.

ج- الصنوبريات. ويوجد فيها (55) الف نوع.

د- نباتات ذوات الفلقة الواحدة. ويوجد فيها (65) الف نوع.

هـ- نباتات ذوات الفلقتين. ويوجد فيها (170) الف نوع.

4. المملكة الحيوانية Kingdom Animals: وفيها اكثر من مليون نوع.

يتأثر التنوع الاحيائي بالعديد من العوامل وهي:

1) حدوث التغيرات الفيزيائيـة لموطن الكائنـات الحيـة وبعـض الاضـطرابات الطبيعية. مثل حدوث حريـق أو هبـوب عواصـف قويـة، أو تـدفع فجـائي للمياه إلى بركة.

2) الـتغيرات في الظـروف البيئيـة كدرجـة الحـرارة وسـقوط الامطـار وتجهيـز المغذيات.

3) التنوع الكـبير في إحـدى المسـتويات الاغتذائيـة وزيـادة في التنـوع لمسـتوى اغتذائي آخر.

4) التحسن الكبير في عناصر البيئة، مثل تربة غنية بالمواد العضوية.

References المصادر

- Anderson, D. R., and K. P. Burnham. 1980. Effect of delayed reporting of band recoveries on survival estimates. J. Field Ornithol. 51(3):244-247.
- Anderson, D. R., A. P. Wywialowski, and K. P. Burnham. 1981. Tests of the assumptions underlying life table methods for estimating parameters from cohort data. Ecology 62(4):1121-1124.
- Anderson, D. R., K. P. Burnham, and G. C. White. 1985. Problems in estimating age-specific survival rates from recovery data of birds ringed as young. J. Anim. Ecol. 54:89-98.
- Apple, J. L. and R. F. Smith. 1976. Progress, problems, and prospects for integrated pest management. In: Integrated Pest Management, J. L. Apple and R. F. Smith, editors, pp. 179-97. Plenum Press.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 1979. The composite dynamic method as evidence for age-specific waterfowl mortality. J. Wildl. Manage. 43(2):356-366.
- Berryman, A. A. 1981. Population Systems: A General Introduction. Plenum Press.
- Conroy, M. J., and B. K. Williams. 1984. A general methodology for maximum likelihood inference from band-recovery data. Biometrics 40(3):739-748.
- Dempster, J. P. 1975. Animal Population Ecology. Academic Press.
- Finklestein, L. and E. R. Carson. 1985. Mathematical Modelling of Dynamic Biological Systems. John Wiley & Sons. 355pp.
- Furtick, W. R. 1976. Implementing pest management programs: an

international perspective. In: Integrated Pest Management, J. L. Apple and R. F. Smith, editors, pp. 17-27. Plenum.

- Huffaker, C. B. and R. L. Rabb, editors. 1984. Ecological Entomology. John Wiley & Sons. 844 pp.
- Huffaker, C. B. and P. S. Messenger. 1964. Population cology- historical development. In: Biological Control of Insect Pests and Weeds. P. DeBach, editors, Chapter 3, pp. 45-73. Reinhold.
- Huffaker, C. B. and P. S. Messenger. 1964. The concept and significance of natural control. In: Biological Control of Insect Pests and Weeds, P. DeBach, editor, Chapter 4, pp. 74-117. Reinhold.
- Huffaker, C. B., P. S. Messenger, and P. DeBach. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In: Biological Control, C. B. Huffaker, editors, pp. 16- 67. Plenum.
- Huffaker, C. B., F. J. Simmons, and J. E. Laing. 1976. The theoretical and empiracal basis of biological control. In: Theory and Practice of Biological Control, C. B. Huffaker and P. S. Messenger, editors, Chapter 3, pp. 41-78. Academic Press.
- Harcourt, D. G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. Annual Review of Entomology 14: 175-191.
- Mardekian, S. Z., and L. McDonald. 1981. Simultaneous analysis of band-recovery and live-capture data. J. Wildl. Manage. 45(2):484-488.
- Nelson, L. J., D. R. Anderson, and K. P. Burnham. 1980. The effect of band loss on estimates of annual survival. J. Field Ornithol. 51(1):30-38.
- Nichols, J. D., S. L. Stokes, J. E. Hines, and M. J. Conroy. 1982. Additional comments on the assumptions of homogeneous survival rates in modern

bird banding estimation models. J. Wildl. Manage. 46(4):953-962.

- Liss, W. J., L. J. Gut, P. H. Westigard, and C. E. Warren. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. Annual Review of Entomology 31: 455-478.
- Pollock, K. H., and D. G. Raveling. 1982. Assumptions of modern band-recovery models, with emphasis on heterogeneous survival rates. J. Wildl. Manage. 46(1):88-98.
- Price, P. W. and G. P. Waldbauer. 1975. Ecological Aspects of Pest Management. In: Introduction to Insect Pest Management, R. L. Metcalf and W. Luckmann, editors, pp. 37-73. Wiley-Interscience.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. John Wiley & Sons, Inc.
- Price, P. W. 1984. Insect Ecology. John Wiley & Sons. 600 pp.
- Schowalter, T. D., W. W. Hargrove, and D. A. Crossley, Jr. 1986. Herbivory in forested ecosystems. Annual Review of Entomology 31: 177-196.
- Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology 29: 321-57.
- Price, P. W., C. M. Slobdchikoff, and W. S. Gaud, editors. 1984. A New Ecology: Novel Approaches to Interactive Systems. John Wiley & Sons. 515 pp.
- Odum, H. T. 1983. Systems Ecology: an Introduction. John Wiley & Sons. 644 pp.
- Stinner, R. E. C. S. Barfield, J. L. Stimac, and L. Dohse. 1983. Dispersal and movement of insect pests. Annual Review of Entomology 28: 319-335.

- Levins, R. and M. Wilson. 1980. Ecological theory and pest management. Annual Review of Entomology 25: 287-308.
- Rabb, R. L., R. E. Stinner, and G. A. Carlson. 1974. Ecological principles as a basis for pest management in the agroecosystem. In: Proceedings of the Summer Institute on Biological Control of Plant Insects and Diseases, F. G. Maxwell and F. A. Harris, editors, pp. 19-45. Univ. Press of Mississippi.
- Sailer, R. I. 1971. Invertebrate predators. In: Toward Integrated Control, pp. 32-44. USDA Forest Research Paper NE-194.
- Turnock, W. J. and J. A. Muldrew. 1971. Parasites. In: Toward Integrated Control, pp. 59-87. USDA Forest Research Paper NE-194.
- Southwood, T. R. E. and M. J. Way. 1970. Ecological Background to Pest Management. In: Concepts of Pest Management, pp. 6-29. R. L. Rabb and F. E. Guthrie, editors. N. Carolina State Univ.
- Varley, G. C. and G. R. Gradwell. 1970. Recent advances in insect population dynamics. Annual Review of Entomology 15: 1-24.
- White, G. C. 1983. Numerical estimation of survival rates from band-recovery and biotelemetry data. J. Wildl. Manage. 47(3):716-728.

الفصل السادس

بيئة الاحياء الدقيقة

الفصل السادس

بيئة الاحياء الدقيقة

Microbial Environment

- المحيط الحيوي
- تأثير الاحياء المجهرية على البيئة وفعاليات الانسان
- فوائد الاحياء الدقيقة
- الاحياء الدقيقة والجسيمات العالقة في الهواء
- بيئة التربة وعوامل السيطرة على نشاط الاحياء الدقيقة
- التفاعلات بين الأحياء الدقيقه أو التداخل بين الكائنات الحية
- البكتريا في الماء
- سريان الطاقة في مياه البحار
- مواطن البكتريا
- المصادر

الفصل السادس

بيئة الاحياء الدقيقة

Microbial Environment

المحيط الحيوي للأحياء الدقيقة Microbial ecosystem

كل جزء من هذا الكوكب، من القطبية الجليدية إلى خط الاستواء، يدعم حياة نوع ما. التطورات الحديثة في علم الأحياء المجهرية أثبتت أن الاحياء الدقيقة تعيش عميقا تحت سطح اليابسة، وأن مجموع كتله من الاحياء الدقيقة في "مناطق غير صالحة للسكن اي الكتلة الحيوية، تتجاوز كل الحياة الحيوانية والنباتية على السطح. وان السمك الفعلي للمحيط الحيوي على وجه الأرض من الصعب قياسه. الطيور تطير عادة على ارتفاعات من 650 إلى 1800 متر، ويمكن العثور على الأسماك التي تعيش تحت الماء في أعماقي 8372 متر في خندق بورتوريكو. هناك أمثلة أكثر تطرفا على المحيط الحيوي على كوكب الأرض مثال على ذلك تم العثور على نسور على ارتفاعات من 11300 متر، الأوز شريط الرأس يهاجر بارتفاع لا يقل عن 8300 متر، الياك يعيش على ارتفاعات بين 3200 إلى 5400 متر فوق مستوى سطح البحر؛ الماعز الجبلي يعيش ما يصل إلى 3050 متر. الحيوانات العاشبة في هذه الارتفاعات تعتمد على النبات والأعشاب.. الكائنات الحية الجهرية تعيش في مثل هذا التطرف وان المحيط الحيوي أكبر من ذلك بكثير. تم العثور على ميكروبات في الغلاف الجوي العلوي للأرض تصل إلى 41 كم 25 ميل (Enright. et. al. 2003)، في بحوث علم الأحياء الدقيقة، لم

يلاحظ أن الميكروبات تنشط على هذه الارتفاعات، حيث درجات الحرارة والضغط الجوي منخفضة للغاية، والأشعة فوق البنفسجية عالية جدا. ان وجود هذه الاحياء ناتج من جلب هذه الميكروبات في الغلاف الجوي العلوي بواسطة الرياح أو ربما الثورات البركانية. تم العثور على الأحياء الدقيقة البحرية على عمق أكثر من 10 كم 6 ميل في اعماق البحار مثل خندق ماريانا (Stern et al. 1996) تم استخراج الميكروبات بزروعها وفحص الحامض النوى بحفر أكثر من 5 كيلومترات 3 ميل في قشرة الأرض. يمكن أن تواجد حياة ميكروبية في 122 درجة مئوية، ويمكن أن يتم التعريف حدود الحياة في "المحيط الحيوي العميق" من قبل درجة الحرارة بدلا من العمق المطلق.

تأثير الاحياء المجهرية على البيئة وفعاليات الانسان

The Impact of Microbes on the Environment and Human Activities

تتواجد الأحياء الدقيقة في كل مكان على وجه الأرض، في الماء، والهواء، والتربة. وهي على عكس الفكرة السائدة بأنها ضارة بالإنسان وخاصة بعد انتشار فيروسات الإنفلونزا ذاك الانتشار الواسع والذي أثار الكثير من الهلع. إذ إن لتلك الكائنات المجهرية أيضاً فوائد للإنسان سواء في جسمه أو مجال الصناعات الغذائية وغيرها من الاختصاصات.

إنَّ العلم الذي يدرس هذه الكائنات الدقيقة يدعى علم الأحياء الدقيقة (Microbiology) والذي يعرّف بأنه علم يهتم بدراسة الأحياء المجهرية (microorganisms). وتسمى هذه الأحياء- احياناً- بالميكروبات (Microbes). وتضم هذه الأحياء كلاً من الطحالب (Algae) والبكتيريا

(Bacteria)، والفطريـات (Fungi)، والأوليّـات (Protozoa)، والفيروسـات (Viruses)، والإشنات (Archaea).

انواع الاحياء الدقيقة ونشاطها

يقوم بعض علماء الأحياء الدقيقة الزراعيين بدراسة تأثير الأحياء الدقيقـة على النبات، والتربة، وفي تلف المنتجات الزراعية.

أولاً: الطحالب (Algae)

الطحالب كائنات حيّة بسيطة تعيش في المحيطات والأنهار والـبرك والتربـة الرطبة. ومن أنواع الطحالب التي يستخدمها الإنسان في الغذاء ما يلي:

الطحالب البنيّة: تدعى بعض أنواع هذه الطحالب عشب البحر. يستخرج مـن عشب البحر مادة صـمغية تـدعى الألجـين تستخدم في صـناعة المثلجـات والميونيز ومواد التجميل.

الطحالب الخضراء: يجري بعـض العلمـاء تجـاربهم علـى الطحالـب الخضـراء النامية لاستخدامها كغذاء.

الطحالب الحمراء: في اليابان يأكل الناس طحالب حمراء تسمى (نـوري) وتبـاع عادة مجففة.

ثانياً: البكتيريا (Bacteria)

البكتيريا كائنات حيّة مجهرية تتـألف مـن خليـة واحـدة، لهـا قـدرة كـبيرة علـى التكـاثر وتتضـاعف أعـدادها بسـرعة. لهـا عـدة أشـكال منهـا الحلزونـي والكروي والعصويّة. تعتبر البكتيريا من أصغر الكائنات الحية، إذ يتراوح قطرها (0.03-2) ميكرون، لذلك فهي لا ترى إلا بالمجهر.

يصنف بعض العلماء البكتيريا على أنها نبات، ويعتقد بعضهم الآخر بأنها ليست نباتاً ولا حيواناً، بل يصنفها هؤلاء العلماء على أنّها من المونيرا Moneras. معظم البكتيريا غير ضار بالإنسان، ولكن بعضها تسبب أمراضاً.

أوضح العالم الفرنسي لويس باستور في نهاية القرن التاسع العشر أن البكتيريا تتسبب في تغييرات كيميائية في المواد الغذائية مثل تحمُّض الحليب أو تحول الخمر إلى خل. كما تعرّف باستور على الأنواع البكتيرية المسببة لهذه التغيرات وذكر بأنها المسؤولة عن بعض أنواع التخمر. كما أنها تساهم في صنع المشروبات الكحولية والجبن والعديد من الأطعمة الأخرى.

كما تستخرج من بعض أنواع البكتيريا أدوية تدعى المضادات الحيوية (Antibiotic) التي تساهم في قتل وإضعاف أنواع أخرى من البكتيريا المسببة للأمراض عند البشر. ومن هذه المضادات الحيوية نذكر:

الستربتوميسين Streptomycin: هو مضاد حيوي يهاجم بكتيريا معينة مسببة للأمراض وهو ينتج عن بكتيريا تعيش في التربة تدعى (Streptococcus).

البكتيريا الملوثة للغذاء:

ستتكلم عن بعض أنواع البكتيريا المتنقلة للإنسان عن طريق تلوث الغذاء بهذه البكتيريا، ومنها:

بكتيريا السالمونيلا (Salmonella):

هي بكتيريا تسبب تسمم الطعام مما يؤدي لحدوث التهاب عند الإنسان. ويصاب الناس بتسمم السالمونيلا عن طريق تناول الطعام أو الماء الملوث بهذه الأنواع من البكتيريا. ويعتبر الدجاج واللبن والبيض ومستخرجات البيض من

الأطعمة التي تحمل في أغلب الأحيان هذه البكتيريا، كما تلوث السالمونيلا اللحوم والخضار القريبة من سطح الأرض كالفريز. ومن أعراض الإصابة بهذه البكتيريا التقيؤ والغثيان وآلام البطن والحمى.

للوقاية من السالمونيلا ينصح بمايلي: حفظ الطعام بعد إعداده في الثلاجة مباشرة. والطبخ الجيد للدواجن والأطعمة الأخرى التي تحمل البكتيريا. وغسل اليدين قبل طهي الطعام وقبل تناوله.

بكتيريا اللسترية Lystr-bacteria:

هي بكتيريا شائعة تعيش في اليابسة والماء. وتحمل حيوانات المزرعة هذه البكتيريا في أمعائها دون أن تصاب بداء (الليستروز *Lystrosaurus*) إلا أن لحومها ومنتجات ألبانها تصبح ملوثة. وتتلوث الخضروات بهذه البكتيريا بعد تخصيبها بسماد عضوي من مخلفات حيوان حامل لهذه البكتيريا. وتحافظ اللسترية على حياتها داخل الثلاجات حيث تعمل على تلويث بقايا الأطعمة المطبوخة. ولا يقضي على اللسترية سوى الحرارة والطبخ الجيد.

التسمم البوتيوليني (Botulism):

يحدث بسبب سموم (توكسينات) تنتجها بكتيريا Clostridium botulinum، ويحدث هذا التسمم من أكل طعام غير مطهو بشكل جيد يحوي على (التوكسين). كما يمكن أن يحدث التسمم البوتيوليني من تلوث جرح ما بهذه البكتيريا. تتواجد هذه البكتيريا في التربة لأنها غير هوائية. كما أن أبواغها مقاومة للحرارة تتواجد في الأغذية المعلبة، وهي تبقى على قيد الحياة إذا لم يطبخ الطعام على حرارة 120 درجة مئوية (248 فهرنهايت) لمدة زمنية كافية.

بكتيريا (Bacillus):

تُلوِّث الأغذية المعلبة مسببة فساد حامضي مسطح. يكون المظهر الخـارجي للعبوة طبيعياً. وهي بكتيريا غير هوائية تقوم بتحويل السكريات إلى أحماض. ولا يحدث هذا النوع من الفساد في الأغذية الحامضية.

ثالثاً: الفطريات (Fungi)

وهي كائنات تخلـو مـن اليخضـور (الكلوروفيـل)، لـذا فهـي لا تسـتطيع تصنيع غذائها، ولكنها بدلاً من ذلك تمتص الغذاء من البيئة المحيطة بها. تتسـبب بعض أنواع الفطور بأضرار كبيرة، ومن الفطريات الضارة بالغذاء نذكر:

فطر (Aspergillus):

يسبب أحد أنواعه وهو (A.niger) عفن الخبز الأسود، وهـو عفـن شـائع بكثرة، إذ يغطي العفن خلال عشرة أيام سطح قطعة الخبز (الرطبة خاصة).

الفطريات الطفيلية (التفحم):

تسبب هذه الفطريات خسائر كبيرة في العديد من المحاصيل كالذرة والقمح (صدأ ساق القمح) وغيرها من النباتات.

فطر عش الغراب(Lentinus edodes)

تعتبر بعض أنواعه سامة، ومن الممكن أن تسبب عند أكلها أمراضاً خطيرة أو الموت.

فطر السليروتينيا:

أحد أنواع الفطريات الضارة، تسبب ذبول الكثير من خضروات الحدائق.

فطر (Penicillium):

يسبب بعض أنواع هذا الفطر إتلاف ثمار الموالح، كما تفسد أنواع أخرى منه الفواكه والعصير. ولكن في عام 1928م استطاع العالم الإنكليزي (الكسندر فلمنج) استخلاص مادة البنسلين من هذا الفطر بعد معالجته بطرق مختلفة. والبنسلين مضاد حيوي يستخدم في علاج الأخماج التي تسببها البكتيريا. وهو أول مضاد حيوي استخدم لعلاج الأمراض الخطرة في الإنسان مثل مرض الفُطار الشعاعي.

إن قسمي الفطور الهامّين في فساد الطعام هما الخمائر والعفن. أما العفن فهو فطور متعددة الخلايا تتكاثر بواسطة إنتاج الأبواغ (خلايا وحيدة الخلايا يمكنها أن تنمو في الفطور الناضجة). والأبواغ تتكوّن بأعداد كبيرة وهي تنتقل بسهولة بواسطة الهواء، أحد هذه الأبواغ تسقط على الطعام المكشوف عندئذٍ يمكنها أن تنمو وتتكاثر إذا كانت الظروف مناسبة. أما الخمائر سنتكلم عنها بشيء من التفصيل لما لها من أهمية في الصناعات الغذائية بشكل سلبي أو إيجابي.

الخمائر Yeasts:

هي الفطريات وحيدة الخلية (أكبر بكثير من خلايا البكتيريا). والخمائر تتكاثر بواسطة الانقسام الخلوي أو بالتبرعم. تقوم الخمائر بتخمير الفواكه بواسطة تحطيم السكريات لإعطاء الكحول وثاني أكسيد الكربون. تعتبر بعض الخمائر نافعة (حقيقيّة) في الصناعات الغذائية مثل:

- خميرة البيرة: تستخدم في صناعة البيرة والخبز.
- خميرة النبيذ: تستخدم في صناعة النبيذ.
- خميرة سيدر التفاح: تستخدم في صناعة مشروب كحولي خفيف من التفاح.

أما الخمائر الضارة (الكاذبة) بالصناعات الغذائية نذكر منها:

- خميرة عصير الفاكهة: تُكسب عصير الفاكهة عند تخمره مظهراً عكراً وطعماً مرّاً.
- خميرة الميكودرما: تنمو على سطح السوائل المتخمرة وتسبب فساد البيرة والنبيذ والخل والمخللات.
- خميرة التريولا: هي لاهوائية لذلك تنمو في قعر السوائل المتخمرة مكونة مادة لزجة تتميز بشكلها المستطيل وضعف قدرتها التخمرية.
- خميرة الابيكولاتيس: تنمو على السطح العصير المتخمر مكونة مواد سامة للخمائر الحقيقية النافعة.

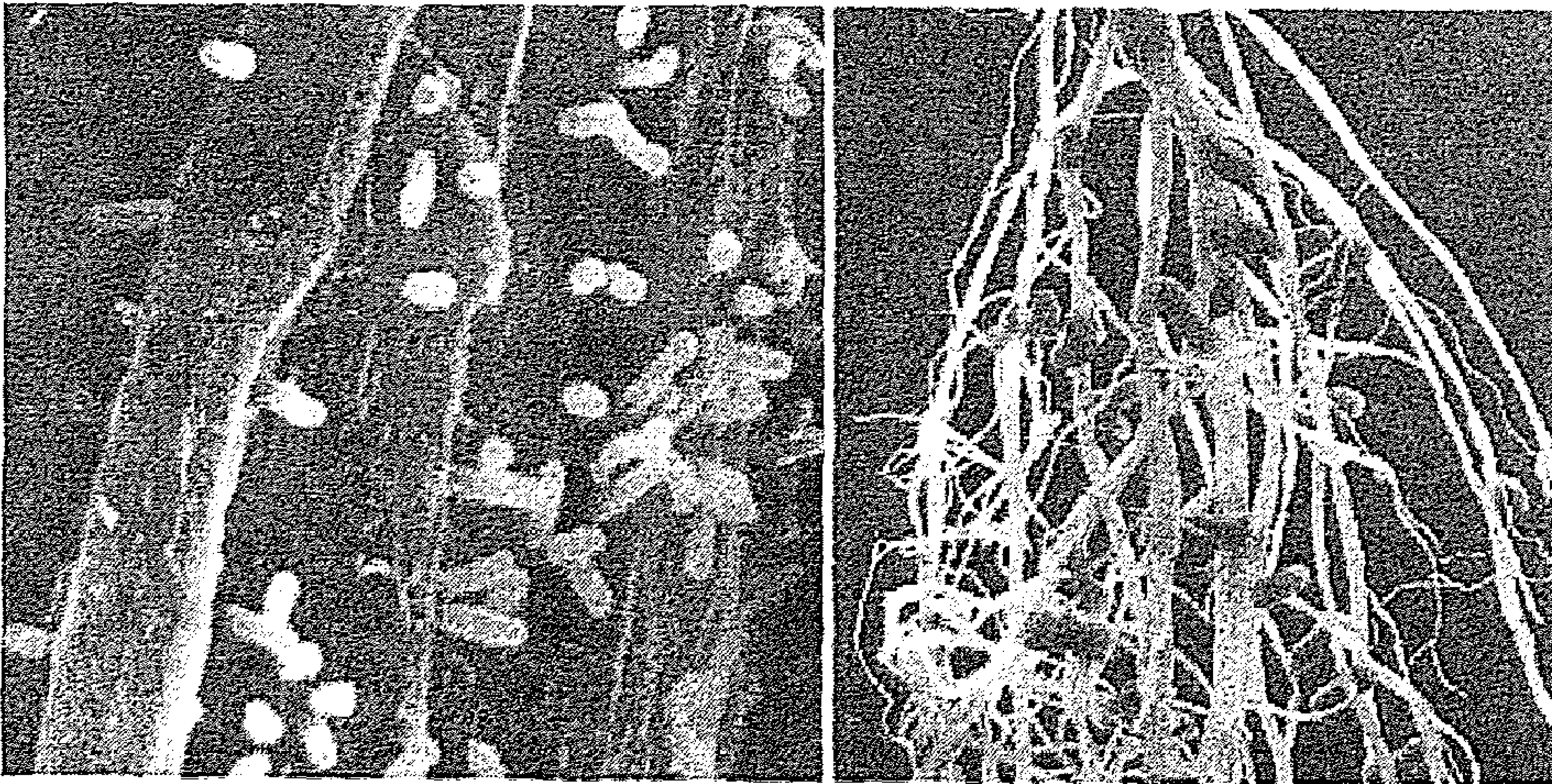
رابعاً: الفيروسات (viruses)

الفيروس كائن مجهري يعيش داخل خلية كائن حي آخر. ورغم صغر حجمه (أصغر من البكتيريا بكثير) إلا أنه سبب رئيسي من أسباب المرض. يمكن للفيروسات إصابة جميع أنواع النباتات مسببة لها أمراضاً عديدة، مما يؤدي إلى التلف الشديد للمحاصيل. وبسبب أن جدران الخلايا النباتية قوي وصلب لا تستطيع الفيروسات دخول الخلايا النباتية إلا عن طريق الحشرات التي تتغذى بالنباتات وبالتالي تساعد في اختراق جدران الخلايا. كما أن الفيروسات النباتية قد تهاجم ورقة نباتية واحدة أو عدة أوراق أو جميع أجزاء النبات مما يؤدي لتكوّن عدد هائل من الفيروسات تعدّ بالبلايين تُحْمَل بواسطة تيارات الهواء أو الحشرات إلى نباتات أخرى. ومن الأمراض الفيروسية النباتية مرض التبغ الفسيفسائي.

أولا: الارتباطات مع الحيوانات والنباتات Associations with Animals and Plants

دائما تدخل الميكروبات في إلى ارتباطات مفيد، وضرورية أحيانا إلى جميع شكال الاحياء الراقية اذ تشمل الحشرات ولا فقريات والاسماك والحيوانات والنباتات. على سبيل المثال، البكتريا والاحياء الدقيقة الاخرى تدخل امعاء الحيوانات والحشرات تهضم العناصر وتنتج فيتامينات وعوامل نمو. في عالم النبات، البقوليات (الباقلاء والبزاليا والبرسيم والجت....الخ) تعيش في ارتباطات حميمة مع البكتيريا التي تستخلص النيتروجين من الجو وتزود النبات لغرض النمو.

الاحياء الدقيقة في المعدة الاولى للأبقار والاغنام والحيوانات المجترة الاخرى مسؤولة عن الهضم الاولي للعناصر (السليلوز الاولي) هذه الاحياء لا تزود بمصدر كاربون فقط ولكن مصدر للبروتين والفيتامينات.



شكل (41) العقد الجذرية على الشعيرات الجذرية للبرسيم. العقد اليمنى تحتوي على *Rhizobium*bacteria على جذور النبات

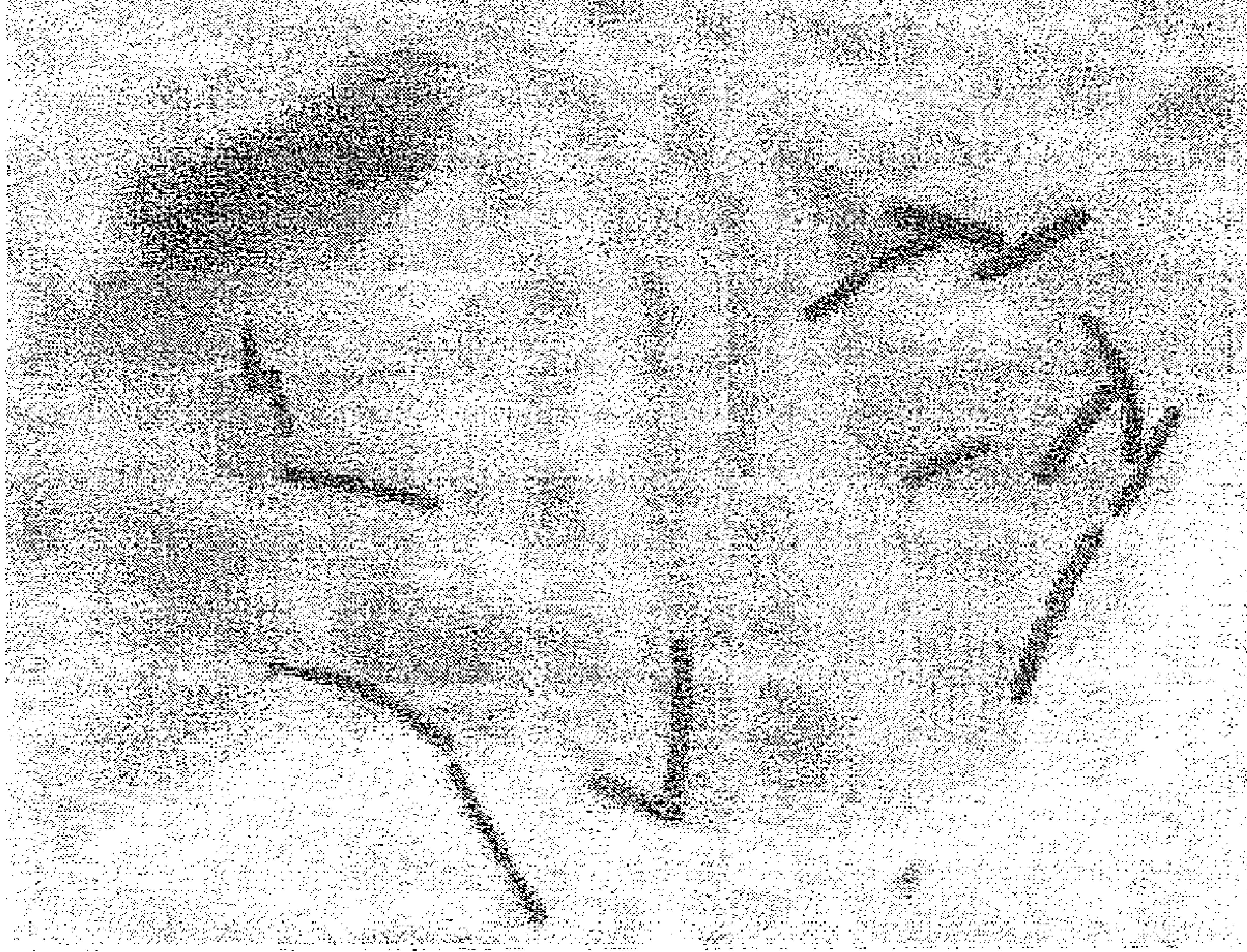
رابطـــة متبادلـــة بـــين النباتـــات البقوليـــة ومســـتعمرات البكتريـــة bacteria *Rhizobium* المثبته للنيتروجين على الشعيرات الجذرية للبرسيم. العقد اليمنى تحتوي على *Rhizobium*bacteria على جذور النبات في العقد الجذريـة البكتريا تثبت النايتروجين والتي تشارك النبـات. في هـذا التبـادل، النبـات يـزود البكتريا بمصدر الكاربون والطاقة للنمو.

الاحياء الدقيقة الـتي تعـيش عادتـا مرتبطـة مـع الانسـان علـى الاسـطح المختلفـة للجسـم (تسـمى الفلـورا الطبيعيـة) مثـل *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* معروفة بحمايتها للمضيف من الالتهابات وعلى خلاف ذلك تعزيز التغذية والصحة.

أن الملبنة الحمضة *Lactobacillus acidophilus*

وصدفية المهبلية a vaginal squamous

الخلايـا الظاهريـة CDC. L. acidophilus المعروفـة بعصـية دودرلايـن تعـيش في الهبـل خـلال الحمـل مثـل بكتيريـا حـامض اللبنيـك lactic acid bacterium هذه الاحياء تعمل محيط حامضي low pH (بيئـة حامضـية acidic environment) على الانسجة والتي تمنع نمو المسـتعمرات الضـارة مـن الخمـائر والبكتريا.



شكل (42) عصية دودرلاين تعيش في المهبل خلال الحمل مثل بكتيريا حامض اللبنيك lactic acid bacterium

ثانيا: انتاج الغذاء والوقود Production of Foods and Fuels

في البيت وفي الصناعة البكتريا تستعمل في انتاج الغـذاء المخمـر. الخمـيرة تستخدم في صناعة البيرة والكحول وفي صناعة الخبز بينما بكتريا حامض البنيك lactic acid تستخدم لصناعة اللـبن (yogurt) الجـبن والقشـطة الحامضـة sour cream وbuttermilk وانتاج خمائر الحليب الاخرى. المخلـلات تحضـر بواسـطة التخمير البكتيري والاغذية المخمـرة الاخـرى صلصـة الصـويا، مخلـل الملفـوف والمخللات الشبت والزيتون والسلامي، والكاكاو، والشاي الأسود الخميرة هـي أيضا تشارك في تخمير وتحويل الذرة والكربوهيدرات النباتية الأخرى إلى إيثانول للبيرة، والنبيذ أو خليط البنزين، ولكن البكتيريا هـي عامـل الأكثـر في الـتخمير من غيرها في المواد الغذائية.

البكتيريا النافعة (البروبيوتيك)

البروبيوتيك هي كائنات حية تحوي فوائد صحية عندما يتم استهلاكها بخلاف تأثيراتها الغذائية الكامنة. هناك أدلة متزايدة على دور البروبايوتكس في الإصابات المعوية والقولون العصبي ومرض التهاب الأمعاء.

تستخدم أنواع البكتيريا اللبنية لإنتاج اللبن الرائب والجبن ومخلل الملفوف والمخللات والبيرة والنبيذ وشراب التفاح والكيمتشي والشوكولاته وغيرها من الأغذية المخمرة إضافة إلى العلف الحيواني مثل السيلاج. تم إظهار قدر كبير من الاهتمام في السنوات الأخيرة في استخدام العصيات اللبنية ككائنات بروبايوتكس واحتمالية منعها للأمراض في البشر والحيوانات.

تعتبر السبيفيدوبكتيريا (Bifidobacteria) بكتيريا نافعة ذات أهمية تستخدم في صناعة الغذاء لتحقيق الشعور بالارتياح ومعالجة العديد من الاضطرابات المعوية. تمارس السبيفيدوبكتيريا مجموعة من التأثيرات الصحية المفيدة والتي تتضمن تنظيم التوازن الميكروبي المعوي ومنع الممرضات والبكتيريا الضارة التي تستعمر أو تصيب غشاء الوتر المخاطي وتحوير التفاعلات المناعية المحلية والشاملة وقمع نشاطات البروكارينجين الإنزيمية (procarcinogenic) داخل المجتمع البكتيري (microbiota) وإنتاج الفيتامينات والتحويل الحيوي لعدد من المركبات الغذائية إلى جزيئات نشيطة حيويا.

البوليمرات الحيوية الميكروبية

يتم إنتاج العديد من البوليمرات الحيوية مثل عديدة التسكر (Polysaccharides) والبوليسترات (Polyesters) ومتعدد

الأميد (Polyamides) بشكل طبيعي عن طريق الكائنات الدقيقة وتستخدم الكثير من البوليمرات المنتجة ميكروبيا في صناعة الغذاء

الكزانثان

تمتلك البكتيريا النباتية المسببة للأمراض من جنس زانثوموناس القدرة على إنتاج صمغ الكزنثان الإكسوبوليسكرايد (Exopolysaccharide Xanthan Gum). يستخدم هذا الصمغ بسبب خصائصه الفيزيائية كمادة مكسبة للزوجة ومثخن ومستحلب أو مثبت في صناعة الغذاء. يتكون الكزنثان من وحدات خماسي سكريات متكررة تتألف من رواسب دي غلوكوزيد (D-glucosyl) وحمض غلوكورونيل ((D-glucuronyl ود- مانوزيل (D-mannosyl) في نسبة جزيئية تساوي 2:2:1 ونسب مختلفة من رواسب أو-أسيتيل (O-acetyl) والبيروفي (pyruvy).

الألجينات

تعتبر الألجينات الممثل الرئيسي لعائلة من عديد السكريد التي لا تظهر التفرع ولا الكتل المتكررة أو أنماط الوحدة وهذا ما يميزها ربما عن البوليمرات الأخرى مثل الكزنثان أو الديكستران (Dextran). يمكن استخدام الألجينات كعوامل مثخنة، وعلى الرغم من إدراجها هنا تحت تصنيف 'البوليمرات الحيوية الميكروبية' فإن الألجينات التجارية يتم إنتاجها حاليا من الأعشاب البحرية فقط مثل طحلب هايبربوريان (Hyperborean) أو الطحلب الياباني.

السيلولوز

السيلولوز هو عديد سكريات بسيط حيث يتكون فقط من نوع واحد

من السكر (الجلوكوز) وترتب وحداته خطيا وترتبط معا بروابط β-1، 4 فقط. تعتبر آلية التركيب الحيوي معقدة نوعا ما وذلك بسبب ترتيب السلاسل جزئيا في السلولوز الأصلي كألياف غير ذائبة في الماء وعالية التنظيم. تعتبر الجينات الرئيسية المشتركة في التركيب الحيوي للسلولوز وتنظيمه معروفة في عدد من أنواع البكتيريا ولكن العديد من تفاصيل الكيمياء الحيوية لتركيبه الحيوي ما تزال غير واضحة. على الرغم من الوفرة الهائلة للسلولوز في النباتات فقد تم بحث استغلال السلولوز البكتيري لأغراض صناعية.

حمض الغلوماتيك المتعدد

يتم إنتاج حمض الغلومايتك المتعدد (γ-PGA) بواسطة سلالات عصوية متعددة تمتلك استخدامات محتملة كمثخنة في صناعة الغذاء.

الليفان

يعتبر الليفان عديد سكاريد متماثل يتركب من رواسب D-fructofuranosyl ترتبط بروابط 2 و6 مع تفرعات عديدة بواسطة روابط 1و2. لليفان إمكانية عظيمة كبوليمر فعال في الأغذية والأعلاف ومستحضرات التجميل والمستحضرات الصيدلانية. يمكن أن يستخدم الليفان كطعام أو كإضافات أعلاف تحتوي تأثيرات البكتيريا النافعة وخفض كوليستيرول الدم.

إكسو عديد السكاريد

تؤلف الكائنات الدقيقة طيفا واسعا من عديد السكاريد متعدد الوظائف والذي يشمل خلايا عديدات السكاريد وعديدات السكاريد الهيكلية وعديدات

السكاريد الخارج خلوية أو إكسو عديدات السكاريد (EPS). تتشكل إكسو عديدات السكاريد عامة من سكريات أحادية وبعض البدائل غير الكربوهيدرية (مثل الخلات والبيروفات والسكسينات والفوسفات. (وجدت إكسو عديدات السكاريد بسبب التنوع الكبير في التركيب في تطبيقات متنوعة في صناعة الأغذية والمستحضرات الصيدلانية المختلفة.

ثالثا: التطبيقات الطبية والصيدلانية والتكنولوجيا الحيوية

Pharmaceutical and Biotechnological Applications ، Medical

في الطب البشري والبيطري، لعلاج والوقاية من الأمراض المعدية والميكروبات هي مصدر للمضادات الحيوية واللقاحات.

ا- المضادات الحيوية Antibiotics

المضادات الحيوية هي مواد تفرزها الكائنات الحية الدقيقة التي تقتل أو تمنع الميكروبات الأخرى التي تستخدم في علاج الأمراض المعدية. ويتم إنتاج المضادات الحيوية في الطبيعة من خلال عفن مثل البنسليوم *Penicillium* والبكتيريا مثل العنقودية Streptomyces والعصوية *Bacillus*.

ب- اللقاحات Vaccines

اللقاحات هي مواد مشتقة من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في التحصين ضد المرض. الميكروبات التي هي السبب في الأمراض المعدية وعادة ما تكون المصدر الرئيسي للقاحات. وبالتالي، يتم استخدام نسخة من الخناق (وتسمى الكزاز) للتحصين ضد الدفتريا، وتستخدم أجزاء من الخلايا السعال الديكي *Bordetella pertussis* لتطعيم ضد السعال الديكي (السعال الديكي

whooping cough). وقد أدى استخدام اللقاحات، مثل الجدري وشلل الأطفال والدفتيريا والكزاز والسعال الديكي إلى القضاء شبه التام على هذه الأمراض في مناطق من العالم حيث تم نشر اللقاحات.

رابعا: التكنولوجيا الحيويةBiotechnology

علم الأحياء الدقيقة له مساهمة هامة في التكنولوجيا الحيوية، وتبلغ مساحتها علوم الوراثة الميكروبية التي تنطبق على العمليات البيولوجية لإنتاج مواد مفيدة. الكائنات الحية الدقيقة تلعب دورا محوريا في تكنولوجيا الحامض النووي والهندسة الوراثية. أدوات هامة للتكنولوجيا الحيوية هي الخلايا الميكروبية، الجينات الميكروبية والإنزيمات الميكروبية.

ويمكن إدخال المعلومات الوراثية للعديد من المنتجات البيولوجية والعمليات البيولوجية في الميكروبات من أجل المهندسة الوراثية لإنتاج مادة أو إجراء العملية. الجينات يمكن أن تأتي من أي مصدر حيوي: الإنسان، الحيوان، النبات أو الميكروب. هذا يفتح إمكانية لإنتاج الأغذية بالميكروبات، والوقود، والإنزيمات، والهرمونات، والتشخيص والأدوية والمضادات الحيوية واللقاحات والأجسام المضادة، والمبيدات الحشرية والأسمدة الطبيعية، وجميع أنواع المواد المفيدة في حضارتنا والمجتمع. أيضا، فإن الجينات الميكروبية التي تشفر هذه المواد، ومعظمها غير معروف، هي مورد هائل من المعلومات لتطبيقها في الطب والصيدلة والزراعة والعلوم الغذائية والتكنولوجيا الحيوية.

الأنسولين البشري لعلاج مرض السكري وستربتوكيناز Streptokinase لتذويب الجلطات الدموية blood clots الذي صنع تكنولوجيا من الحمض النووي DNA. تشمل المنتجات الطبية الأخرى الهرمونات والفيتامينات

واللقاحات والمستضدات، والأجسام المضادة، السيتوكينات cytokines، والمضادات الحيوية وعوامل التشخيص.

الاحياء الدقيقة والجسيمات العالقة في الهواء

الجسيمات العالقة في الهواء هي أحد الأسباب الرئيسية لأمراض الجهاز التنفسي للإنسان، مما تسبب الحساسية، والربو، والالتهابات المسببة للأمراض في الجهاز التنفسي. الجراثيم الفطرية المحمولة جوا هي أيضا عناصر مهمة من الأمراض النباتية، ووسائل انتشار مشتركة كثيرة لرمام الفطريات (saprophytic).

خلال العطس During a sneeze، تطرد الملايين من قطرات صغيرة من الماء والمخاط إلى حوالي 200 ميلا في الساعة (100 مترا في الثانية الواحدة). قطرات في البداية حوالي 10-100 ميكرومتر القطر، ولكنها تجف بسرعة لقطيرة قطر 1-4 ميكرومتر، التي تحتوي على جزيئات الفيروس أو البكتيريا. هذه وسيلة رئيسية لنقل العديد من الأمراض للإنسان،

النشاط الميكروبي

النشاط الميكروبي، ويقاس من حيث الكتلة الحيوية والتنفس، ويعكس تدفق الكربون من خلال النظم الأحيائية. يستكشف هذه الصفحة العوامل البيئية والمادية التي تنظم النشاط الميكروبي في التربة. الميكروبات هي حيوية للنظم الإيكولوجية في العالم، ويجري جزء لا يتجزأ من الكربون والنيتروجين ودورات تؤثر نمو النبات والبقاء على قيد الحياة. الميكروبات، مثل جميع الكائنات الحية الأخرى، ويتأثر بمجموعة من العوامل وضعت منافذ المتخصصة.

ان هناك الميكروبات في المحيطات، قبل الغلاف الجوي الاوكسيجين، التي

قد استخدمت غاز الميثان لتوليد الطاقة... الأكسجين وأول ما ظهرت على سطح الأرض عندما وضعت الميكروبات القدرة على تقسيم جزيئات الماء لإنتاج O2 باستخدام صن الطاقة. هذا هو الكيمياء الحيوية المتقدمة بعض الشيء، لكننا نعتقد ظهرت هذه الثورة البيولوجية في وقت ما قبل قبل 2.7 مليار سنة" (Reuters, (2006) مقتبس من مختبر الجيوفيزيائي في معهد كارنيجي

Geophysical Shuhei Ono from the Carnegie Institution's,)

Laboratory) يلخص المرونة وتأثير عميق الميكروبات: Reuters (2006)

بيئة التربة وعوامل السيطرة على نشاط الاحياء الدقيقة

Soil environment and physical factors controlling microbial activity

يحتوي غرام متوسط من التربة على مليار جرثومة (1.000.000.000) تقريبا تمثل ربما آلافا عديدة من الأنواع. للكائنات المجهرية تأثير خاص على كامل المحيط الحيوي حيث أنها تمثل العمود الفقري للأنظمة البيئية في المناطق التي لا يصل إليها الضوء. في مثل هذه المناطق، تكون بكتيريا البناء الكيميائي حاضرة لتزويد الطاقة والكربون للكائنات الحية الأخرى هناك. بعض الجراثيم تعمل كمحللات حيث تمتلك القدرة على إعادة تدوير المواد المغذية.

للجراثيم دور خاص في الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية؛ كما وأن الجراثيم وخصوصا البكتيريا ذات أهمية عظمى بسبب علاقة التعايش (سلبية كانت أم إيجابية) ولها تأثير خاص على النظام البيئي.

تستخدم الكائنات الحية المجهرية في عملية التحلل الحيوي الميكروبي في الوضع الطبيعي أو المعالجة الحيوية للنفايات المنزلية والزراعية

والصناعية وتلوث الأسطح الفرعية في الترب والبيئات الرسوبية والبحرية. تعتمد قدرة كل كائن مجهري على تحليل المخلفات السامة على طبيعة كل نوع من التلوث. بما أن معظم المواقع تمتلك أنواعا متعددة من الملوثات عادة، فإن معظم الطرق الفعالة في عملية التحلل الحيوي الميكروبي هي استخدام خليط من الأنواع والفصائل البكتيرية بحيث يكون كل منها مخصصا للتحلل الحيوي الخاص بنوع أو أكثر من الملوثات. من الضروري مراقبة تركيب البكتيريا الأصلية والمضافة بغرض تقييم مستوى النشاط وإجازة تعديلات المواد المغذية وظروف تحسين عملية المعالجة الحيوية. وتتأثر الاحياء الدقيقة بالتربة بعوامل كيميائية وفيزيائية وحيوية عديدة.

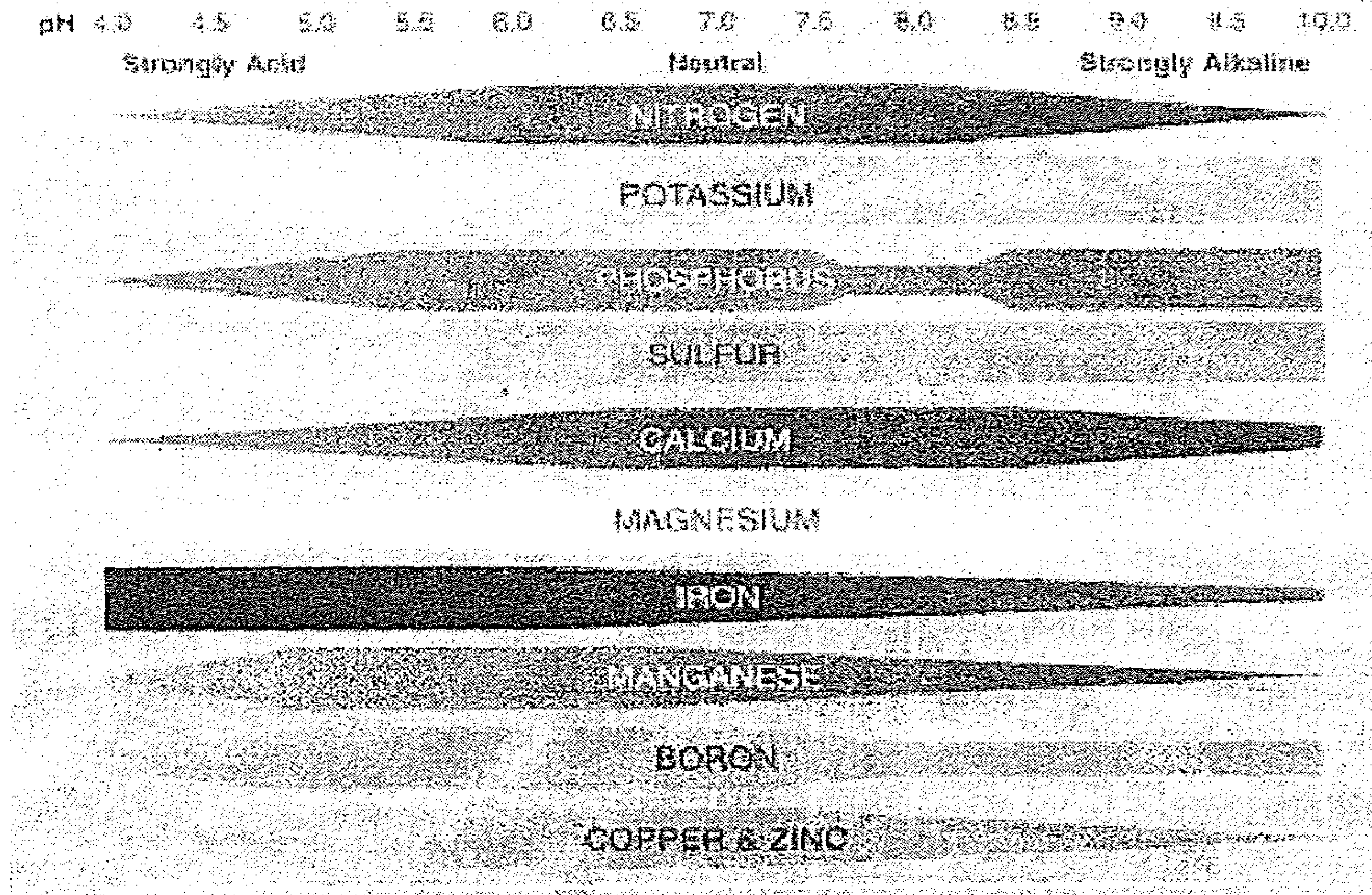
العوامل الكيميائية Chemical Factors

الاس الهيدروجيني Ph

تغييرات درجة الحموضة في التربة بسبب كلتا العمليتين الحيوية وغير الحيوية في التربة. تحرر H + من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال والتخمير، و/ أو من الأمطار التي تنتج قواعد في التربة وبالتالي خفض درجة الحموضة

(Sylvia, D. M., et.al. (2005). الغالبية العظمى من الميكروبات في التربة تنشط في الرقم الهيدروجيني متعادل (6-7) نظرا لتوافر نسبة عالية من معظم العناصر الغذائية في هذا النطاق من درجة الحموضة، ولكن هناك أمثلة من الميكروبات (وخاصة الفطريات) التي يمكن أن تعيش في درجة الحموضة من 1-13 .Sylvia, D. M., et.al. (2005) بعض الكائنات الحية التي يمكن أن تعيش في درجة الحموضة الشديدة تشمل البكتيريا في المحيط الملحي Halomonas وArchea Archaeoglobus. أن التغيرات في الرقم الهيدروجيني يمكن ان تجعل

الانزيمات الضرورية غير نشط و/ أو بروتينات داخل الخلايا ومنع حدوث النشاط الميكروبي .Sylvia, D. M., et.al. (2005). يمكن للتغيرات درجة الحموضة أيضا تأثير على الميكروبات في إمكانية الوصول إلى المعادن والمواد العضوية التي تتفاعل بشكل مختلف في ظل أنظمة الرقم الهيدروجيني متنوعة.



شكل (43) جاهزية العناصر الغذائية ونشاط الاحياء المجهرية الناتجة من تاثير pH في التربة:
الخطوط الاعرض الكثر جاهزية عناصر واكثر نشاط احياء مجهرية.
مقتبسة من Truog، (USDA Yearbook of Agriculture)

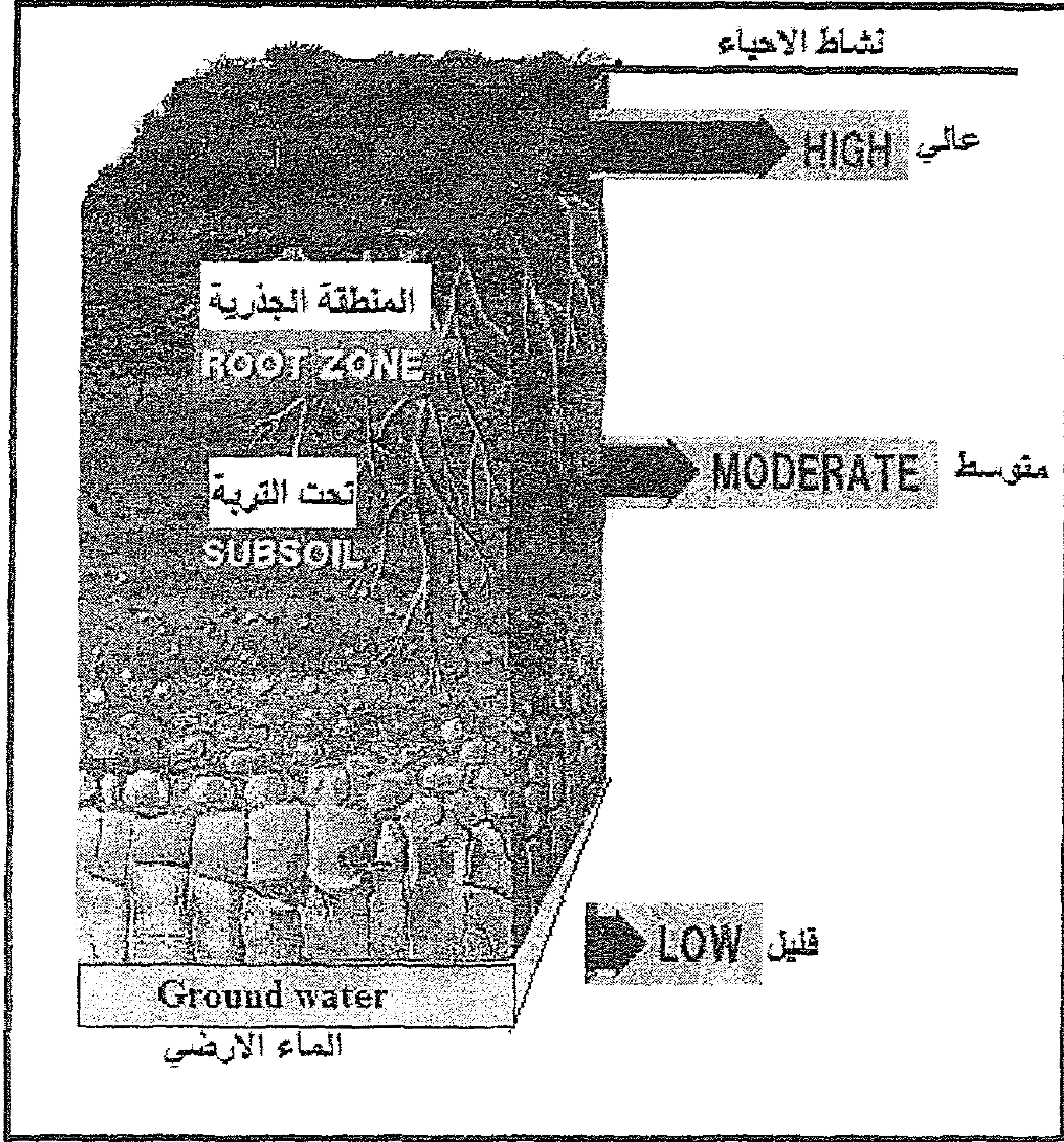
الأوكسجين xygen

مستوى الاوكسجين يملي تفاعل الاكسدة والاختزال التي تحدث وكثيرا عند حدوث العمليات الحيوية. عند وجود الاوكسجين، الاوكسجين يستخدم في التنفس الهوائي، لكن في التراكيز الواطئة قابلات الالكترون electron acceptors تستعمل مثل (الكبريت والحديد...الخ) هذه الظاهرة يمكن

ملاحظتها في الترب الغدقة. بعض الانزيمات المايكروبية تطلب حتى مستوى الاوكسجين ينظم نشاط الانزيمات. بعض نواتج تفاعلات الاوكسجين سامة مثل superoxide radical O^{2-} وبدون الانزيمات الخاصة لمنع فعالية هذه السموم المايكروبية تكون عرضة للضرر.

السعة التبادلية الموجبة للتربة Cation Exchange Capacity (CEC)

CEC هي المجموع الإجمالي من الكاتيونات المتبادلة والتي يمكن للتربة حملها تحت pH معين. دقائق التربة الحاملة للشحنة السالبة تجذب الاحياء الدقيقة (نتيجة للجزيئات العضوية المشحونة charged organic molecules. القابلية التربة لمسك الاحياء تؤثر على الاحياء ووجودها في التربة ان المعرفة الكاملة بكيفية حدوث هذه العملية غير معروفة حاليا. ولكن الاليات المفترضة تشمل تجاذب التبادل الايوني، قوى الجذب الضعيف، الاواصر المشتركة والاواصر الهايدروجينية. CEC للتربة ايضا توثر على جاهزية العناصر الغذائية في التربة والتي تستخدم من قبل الاحياء الدقيقة مثل الدقائق الغذائية الحاملة للشحنة كذلك يمكن ان تمسك وتتحرك خلال التربة اعتمادا على الشحنة التي تحملها.



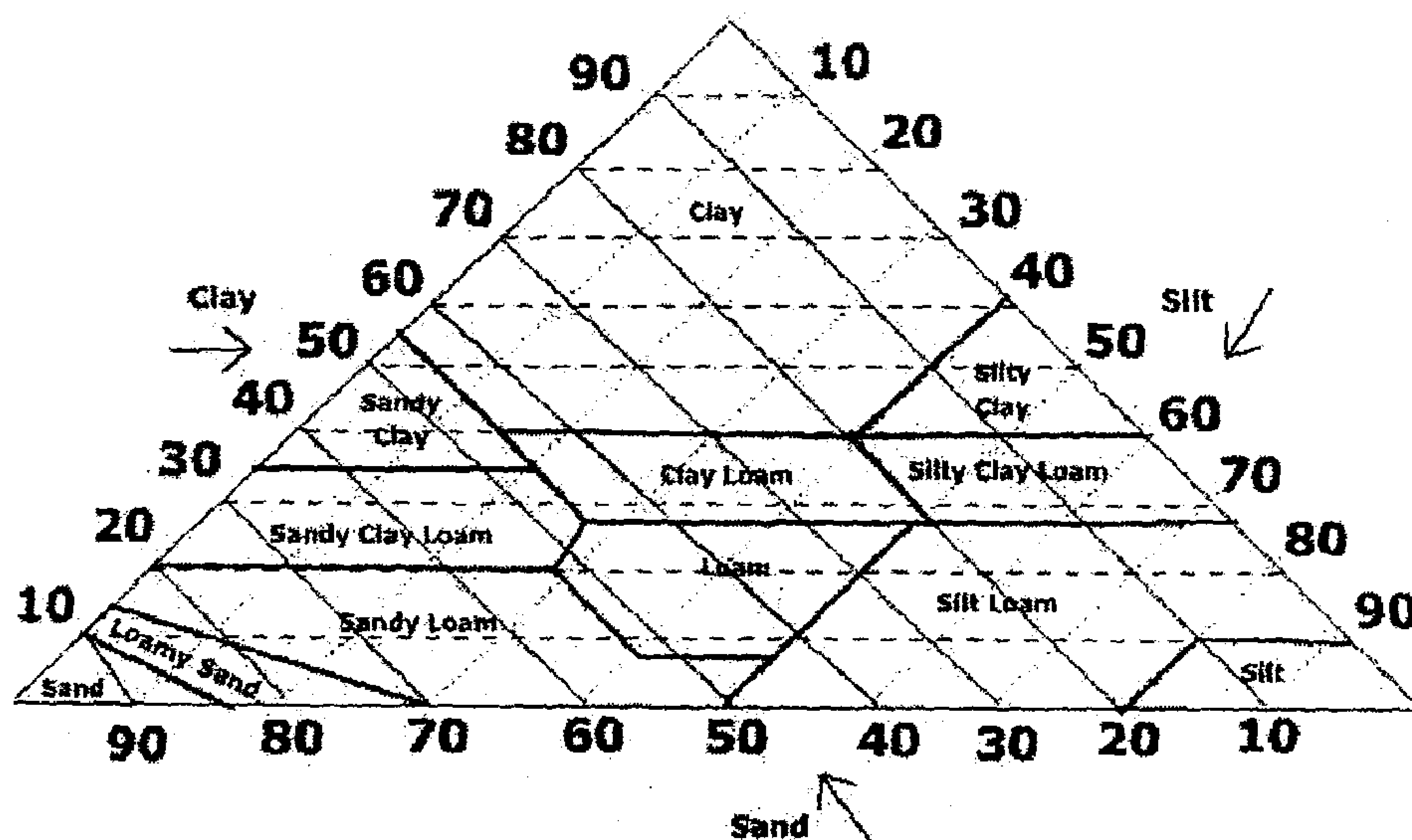
شكل (44) مقد تربة Soil profile يوضح نشاط الاحياء مع العمق.

العوامل الفيزيائية Physical Factors

نسجة التربة Soil Texture

تعبر نسجه التربة على نسبة الدقائق (الرمل والغرين والطين) في التربة. إن التعبير يحمل خواص كمية ونوعية فمن الناحية النوعية يعني الشعور بمادة التربة في حالة كونها خشنة النسجة أو ناعمة عند لمسها حيث يستطيع الشخص الخبير إن يفرك بواسطة اصابعة نموذج من التربة لتحديد نسجتها إن كانت خشنة

النسجة أو ناعمة ويستطيع بأسلوب كمي إن يقيم إي أصناف النسجة يمكن إن ترجع إلية التربة. وبصورة عامة التربة الرملية Sandy soil تحتوي على 85٪ على الأقل رمل والباقي من الغرين والطين بينما التربة الطينية Clay soil تحتوي على الأقل 55 ٪ طين والباقي من الغرين والرمل إما التربة الغرينية Silty soil فتحتوي على 88٪ غرين والباقي من الطين والرمل والتربة المزيجية Loamy soil هي التربة التي تحتوي على خليط متساوي تقريبا من دقاق التربة المختلفة وكلما زادت نسبة نوع معين من الدقاق سمية النسجة باسم هذا أنوع مضافا للوصف السابق مثلا عند زيادة الرمل فالتربة المزجية تسمى تربة مزيجه رملية Sandyloam soil وعند زيادة نسبة دقاق الطين فيها تسمى تربة مزيجه طينية Clay lomy soil وهكذا بالنسبة لأصناف التربة الأخرى. شكل (44) مثلث قوام التربة soil texture triangle.



شكل (45) مثلث قوام التربة soil texture triangle.

مثلث قوامِ التربة soil texture triangle يُستَعملُ لتَصنيف صنفِ قوامَ

تربة. إنّ جوانبَ مثلثِ قوامِ التربةَ مقاسه للنِسَب المئويةِ مِـنْ رمـلِSand، غـرين Silt، وطينClay. نِسَب الطين تُقْرأُ من اليسار إلى اليمين عـبر المثلـثِ. الغـرين يُقْرَأُ مِنْ الحقّل الأعلى لتَنزيل اليسارِ (خطوط منقطة). رمل مِـنْ الحقّـلِ الأوطـأِ نحو الجزءِ اليسارِ. إنّ حدودَ أصنافِ قوامِ التربةَ مُبرَزة في الأزرقِ. تقاطع الحجومِ الثلاثة على المثلثِ يَعطي صنفَ القوامَ. على سبيل المثال: تربة مَـع 20 ٪ طـين، 60٪ غرين، و20 ٪ رمل تقع في قوام أو نسجة تُربة مزيجية غرينية Silty Loam.

مسامات التربة Soil pores

تلعب مسامات التربة دور رئيسي في حركة الماء والهواء في التربة. وكـذلك احياء التربة الدقيقة تتحرك بالمسامات. حجم المسامات غالبـا مـا يعـين بواسـطة الحجم والترتيب لمجاميع التربـة soil aggregates والـتي تـؤثر علـى حركـة المـاء والهـواء واحيـاء التربـة الدقيقـة في التربـة. توزيـع المسـامات: مسـامات كـبيرة (Macropores >75um) ومســـامات متوســـطة (Mesopores 30-70um) ومسامات صغيرة (Micropores5-30um) ومسامات دقيقة Ultramicropores (0.1-5um) واصغر) من ذلك (<0.1um) Crytopores. معـدل حجـم الـدقائق يمكن ان يعرف بتعين نوع التربة ونسبة الرمل والغرين والطين.

بناء التربة Soil structure

إن التربة الجيدة والتي تعتبر وسط مناسب لنمو النبات والاحيـاء الاخـرى لابد إنِ تخزن وتجهز المـاء والمـواد لغذائيـة وتكـون خاليـة مـن التراكيـز العاليـة للعوامل السامة.

إن نظام التربـة (التربـة والمـاء والنبـات) يكـون أكثـر تعقيـدا لان جـذور

النباتات يجب إن تتنفس باستمرار وان اغلب نباتات الكرة الأرضية لا تستطيع نقل الأوكسجين من الاجزائها الهوائية إلى جذورها بصورة كافية لسد حاجة تنفس الجذور. وبهذا يجب إن تكون التربة قادرة تبادل الغازات بينها وبين الجو إي وجود مسامات تسمح بحركة الهواء والماء.

إن ترتيب وتنظيم الدقائق في التربة يدعى بناء التربة. إن بناء التربة يعين المسامية الكلية وشكل المسامات المفردة وتوزيع حجومها ولذلك بناء التربة يؤثر على مسك وانتقال المائع في التربة. بالإضافة على تاثيرة على مغاض التربة والتهوية وبما إن بناء التربة يؤثر على الخواص الميكانيكية للتربة فإنه يؤثر على نمو النبات وخاصة نمو الجذور والحراثة والتعرية.

وبشكل عام يمكن تميز ثلاث فئات أساسية من بناء التربة هي:

1- بناء ذو الحبيبات المنفردة Single grained soil structure

2- بناء ذو الحبيبات متماسكة Massive soil structure

3- بناء ذو الحبيبات Aggregated soil structure

إن نوع بناء التربة الاول يعتبر بناء ضعيف والطبقة السطحية للترب التي تمتاز بهذا البناء تكون سهلة الانجراف بواسطة المياه والرياح كما هو الحال في الترب الرملية في المناطق الجافة.

بينما الترب التي تمتاز ببناء حبيبي Aggregated soil structure فتكون ذات مقاومة عالية للفقد بواسطة المياه والرياح وكما هو معروف إن الترب السطحية التي تحتوي على نسبة عالية من الحبيبات الأكبر 0.84 ملم تكون مقاومة لفعل الرياح والترب السطحية التي تحتوي على نسبة عالية من الحبيبات اقل من 0.42 ملم تكون اقل مقاومة لفعل الرياح.

إن الزيادة الهائلة في السكان أدى إلى سوء استعمال هـذا المصـدر المهـم في مناطق كثيرة من العالم. ولهذا لسبب إن الحاجـة إلى إدارة جيـدة وكفـوءة وعلـى الأمد الطويل إحدى أكثر الحلول المهمة في الوقت الحاضر.

إن أفضل الترب هي الخصبة وهي التربة التي تمتاز بخواص فيزيائية تضمن وجود الهواء والماء بصورة متوازنة مع تـوفر العناصـر الغذائيـة الضـرورية لنمـو النباتات ولإنتاج اكبر قدرة من الحاصل تحت الظروف المناخيـة السـائدة. وتعـني الخصوبة أيضا عدم وجود الأملاح الضارة وانخفاض مستوى الماء الأرضي بحيث لا يوثر على نشاط جذور النباتـات وهـذا النـوع مـن الـترب مقـاوم لظـاهرت للتصحر.

تتأثر العلاقات الإيكولوجية بين الكائنات الحية في التربة ببناء التربة Soil structure

ماء التربة Soil water

ماء التربة اساسي لاحياء التربـة الدقيقـة. اذ بـدون بعـض المـاء لا توجـد فعاليـة للاحيـاء. الـترب الرمليـة ذات الـدقائق الكـبيرة (coarse texture) لتحتـوي علـى كميـة اقـل مـن المـاء مقارنـة بـالترب الطينيـة ذات الـدقائق الصغيرة (fine texture) تشكيل جزيئات التربة الأوليـة إلى مجـاميع التربـة يخلـق بيئة مثالية لمعظم البكتيريا.وبنقصان كمية الماء الجاهز. القدرة على تناول المـاء في التربة تختلف بين الكائنات الحية. خيـوط فطريـات لـديها القـدرة علـى توسـيع النطاق والحصول على المياه من خلال مسام التربة، ولكن البكتيريا لـيس لـديها هذه.

درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة لها تأثير كبير العمليات البايولوجية والفيزيائية والكيميائية في التربة. في حدود تفاعلات العمليات البايولوجية والفيزيائية والكيميائية في التربة تتضاعف لكل زيادة 10 درجات. درجة حرارة التربة تتحكم في معدل اتجاهات تفاعلات العمليات الفيزيائية والكيميائية.

وتأثر على العمليات الحيوية. أنواع مختلفة من العوامل المرضية والسلالات لها حدود حرارية مختلفة للبقاء على قيد الحياة، والإنبات والعدوى.

مجاميع التربة Soil aggregates

مجاميع التربة هي مجموعة من دقائق التربة مرتبطة مع بعضها البعض بقوة مقارنة بالدقائق الاخرى. المسافات بين هذه المجاميع تساعد على حركة الهواء والماء وكذلك مجاميع التربة تأثر على التعرية وحركة الماء إلى جذور النباتات ز السكريات المتعددة المنتجة من قبل البكتريا وحامض المادة الدبالية ينتج من قبل الفطريات يساعد من تكون مجاميع التربة.

تعتبر التربة ذات خصوبة كيميائية إذا احتوت على كميات كافية وجاهزة من المواد المطلوبة لتغذية النبات. والتي لا تكون عالية الحموضة (منخفضة PH) أو عالية القاعدية (عالية PH) وخالية من المواد السامة. إن ملائمة التربة التامة كوسط لنمو النبات لا تعتمد فقط على وجود كميات من العناصر الكيميائية (الغذائية) وعلى غياب السمية. ولكن أيضا على حالة حركة الماء والهواء فيها وعلى التأثيرات الميكانيكية للتربة ونظامها الحراري. إي يجب إن تكون التربة رخو وناعمة نسبيا وهشة لكي تسمح بالا نبات وتطور الجذور دون إعاقة ميكانيكية. يجب إن تكون مسامات التربة ذات حجم وتوزيع حجمي بدرجة

تسمح بدخول وحركة الماء والهواء وذلك لسد احتياجات النباتات. يجب إن تكون طبقة سطح التربة عميق وغير مزال أو مفقود نتيجة لفعل التعرية المائية والريحية ويجب إن يبقى النظام الحراري للمنطقة الجذرية ضمن المدى المثالي لنمو النبات. وهذا يعني لابد من وجود خواص فيزيائية جيدة (خصوبة فيزيائية) للتربة بالإضافة لخواصها الكيميائية الجيدة (الخصوبة الكيميائية). (Abdulla)، H. J. 2010

العوامل الحيوية Biological Factors

حيوانات التربة Soil Fauna

حيوانات التربة تقسم إلى حيوانات كبيرة (دودة الارض >2 ملم) متوسطة (0.1-0.2ملم العث والديدان الخيطية) والاحياء الدقيق (البروتزوا<0.1) هذه الاحياء لديها مجموعة من الآثار على المجتمعات الميكروبية:

- الرعي: الرعي يؤدي إلى زيادة معدلات التحلل، وتحرير المغذيات. ويشمل الرعي أيضا استهلاك المباشر من الكائنات الحية الأخرى.
- تدوير المغذيات: حيوانات التربة مسؤولة عن ما يصل إلى 30٪ من إجمالي النيتروجين القابل للتمعدن في التربة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للحيوانات التربة إعادة تعبئة المواد الغذائية ومنتجات النفايات. وهذا يسمح للزيادات في النمو الميكروبي.
- تكوين المجتمع الميكروبي: الكائنات الحية الأخرى في المجتمع وتتاثر مباشرة من خلال الاستهلاك. بعض حيوانات التربة إطعام انتقائي، بعض الكائنات الحية المستهلكة بدلا من الآخرى. هذا يغير تركيبة المجتمع الميكروبية.

الإضافة إلى هذه الآثار المباشرة، حيوانات التربة لديها العديد من الآثار غير المباشرة على الميكروبات. واحد من هذه الآثار هو تغيير المواطن. ديدان الأرض خاصة تغيير المواطن التربة من خلال تشكيل بروزات، والتي تؤدي إلى تبادل الغازات وحركة المياه، ومواقع الموارد. الكائنات الحية الدقيقة هي حساسة لوجود الأكسجين في بيئتها، والماء ضروري للوجود الاحياء الدقيقة. التغييرات في مواقع الموارد قد يسمح للكائنات الحية الدقيقة لاستعمار منطقة أخرى.

التغذية: هي عملية الحصول على المواد الغذائيه من البيئه واستخدامها في الأنشطة الخلويه مثل النمو والأيض، وتعتبر مصادر الكربون والطاقة هي المحددات الرئيسيه لنوع التغذيه عند الميكروب.

الأنواع الغذائية للأحياء الدقيقه

تقسم الكائنات الحيه الدقيقه حسب نمط تغذيتها بالاعتماد على مصدر الكربون والطاقة الى:

1. كائنات ذاتية التغذيه Autotrophs

عباره عن كائنات لا تحتاج إلى كائنات أخرى للحصول على غذائها، بل تصنع غذائها بنفسها من مصادر غير حيه، والمصدر الأساسي للكربون هو ثاني أكسيد الكربون، وتقسم الكائنات ذاتية التغذيه الى:

أ- كائنات ذاتية التغذيه غير العضويه الضوئيه Photolithoautotrophs تستخدم الطاقه الضوئيه وثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون والماء كمانح للإلكترون مثل الطحالب حقيقية النواه والبكتيريا الزرقاء أو تستخدم مانح غير عضوي مثل الهيدروجين H2 وكبريتيد الهيدروجين H2S

والكبريت S، كمانح للإلكترون مثل البكتيريا الخضراء والأرجوانيه الكبريتيه.

ب- كائنات ذاتية التغذيه غير العضويه الكيميائية Chemolithoautotrophs

تؤكسد المركبات غير العضويه المختزله مثل الحديد والنيتروجين أو جزيئات الكبريت لإطلاق الطاقه والإلكترونات اللازمة للتخليق الحيوي، ويعتبر ثاني أكسيد الكربون مصدر للكربون مثل البكتيريا المؤكسدة للكبريت وبكتيريا الميثان وبكتيريا النيترة وبكتيريا الحديد.

2. كائنات متباينة التغذيهHeterotrophs

عباره عن كائنات تحتاج إلى كائنات أخرى للحصول على غذائها، والمصدر الأساسي للكربون هو المركبات العضويه، وتقسم الكائنات متباينة التغذيه حسب مصادر الطاقه الى:

أ- كائنات متباينة التغذيه العضويه الضوئيه Photoorganoheterotrophs

تستخدم الطاقه الضوئيه ومركب عضوي كمانح للإلكترون والهيدروجين وكمصدر للكربون مثل البكتيريا الخضراء والأرجوانيه غير الكبريتيه.

ب- كائنات متباينة التغذيه العضويه الكيميائية Chemoorganoheterotrophs

تستخدم مركبات عضويه كمصدر للطاقة والإلكترونات والهيدروجين وللتخليق الحيوي للكربون مثل الأوليات والفطريات ومعظم البكتيريا غير ضوئية التخليق وبعض الطحالب حقيقية النواه.

وتقسم الكائنات متباينة التغذيه حسب كيفية حصولها على هذه المواد المغذيه العضويه الى:

أ- كائنات مترممه Saprophytic Microbe: كائنات دقيقه حرة المعيشة، تتغذى

بشكل أساسي على البقايا العضويه المتحللة سواءً كانت بقايا نباتيه أو حيوانيه، وتمتلك جدار خلوي صلب، ولا تستطيع ابتلاع جزيئات الغذاء الكبيره، لذلك تقوم بإفراز أنزيمات خارج خلويه لتحويلها إلى جزيئات أصغر ليتم تمريرها إلى داخل الخليه، والكائنات الحيه المترممه قد تكون إمّا إجبارية الترمم (Obligate Saprophytic Microbes) أو اختيارية الترمم (Facultative Saprophytic Microbes) وهي التي تعيش عادة متطفلة ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم، فإنها تلجأ للترمم.

ب- كائنات متطفلة Parasitic Microbes: كائنات دقيقه تحصل على غذائها عادةً من خلايا وأنسجة العائل، وتعيش إما متطفلة داخل جسم العائل (endoparasites)، أو متطفلة على جسم العائل (ectoparasites)، والكائنات الحيه المتطفلة قد تكون إمّا إجبارية التطفل (Obligate Saprophytic Microbes) أو اختيارية التطفل (Facultative Saprophytic Microbes) وهي التي تعيش عادة في الظروف الطبيعيه مترممه على مواد عضويه متحللة موجودة في التربه، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً فإنها تستطيع التطفل عليه.

كائنات خليطة التغذيه Mixotrophs

وهي البكتيريا التي تعتمد على مصادر الطاقه العضويه ومصادر الكربون العضويه (تتشارك فيها عمليات أيض التغذيه الذاتيه مع التغذيه المتباينة.

التفاعلات بين الأحياء الدقيقه أو التداخل بين الكائنات الحية Organism Interactions

هناك عدة أنواع من التفاعلات بين الكائنات الحية. ويمكن لهذه التفاعلات خلق البيئات التي تشجع أو تثبط نمو الميكروبات.

وباختصار التفاعلات الحيوية هي الآثار الحية في المجتمع على بعضها البعض. في العالم الطبيعي لا يوجد كائن في عزلة مطلقة، وبالتالي كل كائن يجب أن تتفاعل مع البيئة والكائنات الحية الأخرى. تفاعلات الكائن الحي مع بيئته هي أساسية لبقاء الكائن الحي وأداء النظام البيئي ككل.

في علم البيئة، يمكن في التفاعلات الحيوية إشراك الأفراد من نفس النوع (التفاعلات ضمن النوع) أو الأفراد من مختلف الأنواع (التفاعلات بين الأنواع). هذه يمكن أن تكون أبعد تصنف إما عن طريق آلية للتفاعل أو قوة ومدة واتجاه آثارها. قد تتفاعل الأنواع مرة واحدة في جيل (مثل التلقيح pollination) أو العيش تماما داخل آخر (مثل تعايش جواني endosymbiosis). وتتراوح الآثار الناجمة عن استهلاك فرد آخر (الافتراس، الحيوانات العاشبة، أو أكل لحوم البشر)، إلى المنفعة المتبادلة (تبادل المنافع والمصالح). التفاعلات لا يلزم أن زكون مباشرة؛ يمكن للأفراد تؤثر على بعضها البعض بشكل غير مباشر عن طريق وسطاء مثل الموارد المشتركة أو أعداء مشتركين.

3. التفاعلات بين الأحياء الدقيقه

1. العلاقات المتعادلة Neutralism: هي علاقه بين نوعين من الكائنات الحيه، يعيشان في نفس المكان، ولكن لا يؤثر كل منهما بالآخر وذلك لأن كل منهما له طريقة حياة مختلفه.

2. العلاقات الإيجابية Positive Association

أ- التعايش Commensalism: علاقه تنشأ بين نوعين من الكائنات الحيه، بحيث يستفيد أحدهما من هذه العلاقة (غالباً ما يكون الأصغر)، بينما

الكائن الآخر لا يستفيد أو لا يلحقه ضـرر مـن هـذه العلاقـة، مثـل البكتيريا التي تتغذى على بقايا الطعام في الفم والأمعاء.

ب- التكافـل Symbiosis (Mutualism): علاقـه تنشـأ بـين نـوعين مـن الكائنات الحيه، بحيث يستفيد كل منهما مـن الآخـر وهـي غالبـاً مـا تكون إجباريه، بمعنى أنه يموت كلا الكائنين إذا انفصلا عن بعضـهما، مثل الأشنات وهي معيشة تكافلية بين أنواع مـن الفطريـات الخيطيـه وأنواع من الطحالب الخضراء أو البكتيريا الخضـراء المزرقـه وكـذلك المايكورايزا (الفطريات الجذرية) وهي علاقه تكافلية بين بعض أنـواع فطريات التربه وجذور نباتات معينه.

3. العلاقات السلبية Negative Association

أ- التضاد (التنافرAntagonism): فيها يقوم الكائن الحي بطـرد الكائنـات الأخرى كإفراز مثبطات للنمو.

ب- التنافس Competition: علاقه تنشـأ بـين نـوعين أو أكثـر، أو أفـراد النوع الواحد، ينشأ من خلالها التنافس على متطلبات الحيـاة (مأكـل، مشرب، مسكن)، ومثال عليها تنافس باسـيلس سـاتيلس وايروبـاكتر ايروجينيز عند وضع المغنيسيوم بكمية محدودة في بيئة النمو.

ج- التطفلParasitism: كائنات دقيقه تحصل على غذائها عادةً من خلايا وأنسـجة العائـل، وتعـيش إمـا متطفلـة داخـل جسـم العائـل (endoparasites)، أو متطفلة علـى جسـم العائـل (ectoparasites)، والكائنات الحيه المتطفلة قـد تكـون إمّـا إجباريـة التطفـل (Obligate Saprophytic Microbes) أو اختياريـــة التطفـــل (Facultative Saprophytic Microbes) وهـي الـتي تعـيش عـادة في الظـروف

الطبيعيه مترممه على مواد عضويه متحللة موجـودة في التربـه، فـإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً فإنها تستطيع التطفل عليه.

تأثير على X	**تأثير على y**	**نوع التداخل**
0	0	متعادلة **Neutralism**
0	−	التضادية **Amensalism**
0	+	تعايش **Commensalism**
−	−	التنافس **Competition**
+	+	التكافل **Mutualism**
+	−	التطفل **Predation** or **Parasitism**

جدول (5) بعض انواع العلاقة على اساس التأثير لكل مشارك: (0) لا تأثير (−) ضارة (+) مفيدة

نمط التغذيه للأحياء الدقيقه

1. البكتيريا

أ- بكتيريا ذاتية التغذية

إما تغذية ذاتية كيمائية وتمثلها البكتيريـا المؤكسـدة لـبعض المركبـات غـير العضوية مثل الكبريت أو الحديد، أو تغذية ذاتية ضـوئية وتمثلـها البكتيريـا الـتي تحتوي على صبغة الكلوروفيل مثل البكتيريا الخضراء المزرقه والبكتيريا الخضراء والأرجوانيه الكبريتيه.

ب- بكتيريا متباينة التغذيه

إما أن تعيش وتتطفل على الكائنـات الحيـة الأخـرى وتسـبب لهـا بعـض

الأمراض كالكوليرا والسل والتيفوئيد أو تعيش مترمّمة على المواد العضوية الميتة أو متكافلة مع كائنات أخرى مثل الأشنات.

2. الفطريات

جميع الفطريات غير ذاتية (متباينة) التغذيه لعدم احتوائها على صبغات الكلوروفيل:

أ- فطريات إجبارية التطفل: تعيش في الطبيعه متطفله على عوائل خاصه تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها مثل فطر بلازموبارا فيتيكولا.

ب- فطريات اختيارية التطفل: تعيش في الظروف الطبيعيه مترممه على مواد عضويه متحللة موجوده في التربه، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً فإنها تستطيع التطفل عليه مثل بعض أنواع الفيوزاريوم.

ج- فطريات إجبارية الترمم: تعيش مترممه على مواد عضويه متحللة سواءً كانت بقايا نباتيه أو حيوانيه مثل فطر البينيسيليوم.

د- فطريات إختيارية الترمم: تعيش عادة متطفله ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم، فإنها تلجأ للترمم على مواد عضويه متحللة في التربه.

هـ- فطريات متكافلة: تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة مع كائنات حيه أخرى مثل الأشنات وهي معيشه تكافليه بين أنواع من الفطريات الخيطيه وأنواع من الطحالب الخضراء أو البكتيريا الزرقاء وكذلك المايكورايزا (الفطريات الجذرية) وهي علاقه تشاركيه بين بعض أنواع فطريات التربه وجذور نباتات معينه.

3. الطحالب

أ- طحالب ذاتية التغذية: أغلب الطحالب ذاتية التغذية الضوئية تحتاج فقط إلى الضوء وثاني أكسيد الكربون كمصدرين للطاقه والكربون.

ب- طحالب متباينة التغذية: وهي قليلـه وإمـا أن تعـيش مترمّمـة علـى المـواد العضوية الميتة أو تعيش بطريقة التكافل مع كائنات حيه أخرى مثل الأشنات وقد يكون بعضها متعايش داخلياً في بعض الأوليات والرخويات والديـدان وبعض النباتات وقليل منها يؤدي إلى حدوث تطفل.

4. الفيروسات

جميع الفيروسات متطفله إجباريه داخل خلويـه تعـيش في عوائـل خاصـه تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها.

5. الأوليات

معظم الأوليات متباينة التغذيه وكثير منها متطفله على البشر والحيوانـات والنباتات والأحياء الدقيقه إما متطفله خارج خلويه أو داخل خلويه وبعضها قد يكون مترمم أو يعيش تكافلياً مع كائنـات حيـه أخـرى وبعضـها تتغـذى تغذيـه حيوانيه مثل الأميبا والباراميسيوم على الأحياء الدقيقـه وحيـدة الخليـه كمـا أن بعضها ذاتية التغذيه مثل اليوجلينا التي تحتوي على صبغة الكلوروفيل.

الاحتياجات الغذائيه العامه

بين تحليل مكونات الخليه الميكروبيه بأن أكثر من 95٪ مـن مادتهـا الجافـه مـن عناصـر عظمـى قليلـة العـدد هـي: الكربـون والأكسـجين والهيـدروجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد.

وتسمى هذه العناصر بالعناصر الكبرى لأن الأحياء الدقيقه تحتاجها بكميات كبيره نسبياً. والعناصر الست الأولى (الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت والفسفور) عباره عن مكونات للكربوهيدرات والبروتينات والدهون والأحماض النووية. والعناصر الأربعة الكبرى المتبقيه (الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد) توجد في الخليه على شكل كاتيونات وتلعب أدوار متباينة. كما تحتاج الأحياء الدقيقه في تغذيتها إلى عناصر أخرى ولكن بكميات قليله وتسمى العناصر الصغرى، وتشمل المنجنيز والزنك والكوبالت والموليبدينام والنيكل والنحاس.

البكتريا في الماء Bacteria in Water

البكتيريا هي كائنات وحيدة الخلية، وتمثل العنصر الطبيعي من البحيرات، والأنهار، والجداول. معظم هذه البكتيريا غير مؤذية إلى البشر، إلا أن بكتيريا معينة، والبعض منها عادة تعيش في الأمعاء من الحيوانات ذوات الدم الحار، لديها القدرة على ان تسبب مرض. أعداد كبيرة من هذه البكتيريا غير مؤذية غالبا ما تشير أعداد كبيرة من البكتيريا الضارة وكذلك غيرها من الكائنات المسببة للمرض مثل الفيروسات والأوليات. طريقة واحدة لتحديد البكتيريا هي حساب عدد المستعمرات البكتيريا التي تنمو على وسط المعدة

بكتريا القولون Coliform bacteria

بكتريا القولون الكلي Total coliform bacteria (Tcb)

يعد وجود بكتريا القولون في الماء كمؤشر يستدل به على وجود التلوث البرازي في الماء وبالتالي وجود المرضات المعوية الحقيقية في المياه

(Dutka,1973). وتطلق تسمية بكتريا القولون على جميع البكتريا العصوية الشكل اللاهوائية إختياريا والسالبة لصبغة كرام غير المكونة للسبورات والقادرة على تخمير سكر اللاكتوز عند درجة حرارة (35-37)مْ ومدة حضانة 24-48 ساعة (Gillies &Dodd, 1973; APHA, 1975) بسبب أنتاجها لأنزيم β-galactosidase (Feng *et al*, .2002)

ومن أبرز أنواع هذه البكتريا هي *E.coli* وأيضا هناك أجناس بكتيرية معوية بأمكانها تخمير سكر اللاكتوز وتشبه *E.coli* بصفات الـphenotype وليس من السهل التفريق بين هذه الاجناس وهي: *Citrobacter spp* و*Klebisella spp* و*Enterobacter spp*، وبالنتيجة فأن مصطلح الـ coliform قد أطلق لوصف تلك المجموعة من البكترية المعوية (Feng *et al.*، 2002).

ولقد أكدت المواصفات القياسية العراقية (الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية، 2000) ضرورة عدم أحتواء المياه المعاملة على أية خلية لبكتريا القولون وهذا يتطابق مع ما أكدته منظمة الصحة العالمية (WHO، 1984) بهذا الخصوص، أما Burrow (1973) فقد أعتمد تصنيفا للماء أستنادا على ما يحتويه من بكتريا القولون وكما يأتي:

جدول (6) عدد بكتريا القولون / 100 مل من الماء و نوع الماء

عدد بكتريا القولون / 100 مل من الماء	نوع الماء
أقل من 1	الصنف الاول: مقبول تماما
2-1	الصنف الثاني: مقبول
10-3	الصنف الثالث: مشكوك فيه
أكثر من 10	الصنف الرابع: غير مقبول

وقد ذكر Geldreich *et al.*(1972) ان مياه الشرب الجيدة النوعية يجب أن لاتحتوي على أكثر من خلية واحدة من بكتريا القولون لكل 100مل من الماء، وعلى الرغم من وجود هذه البكتريا بأعداد كبيرة بالبراز والمجاري إلا أن وجودها في الماء ليس بالضرورة أشارة إلى وجود التلوث البرازي إذ أن قسما منها توجد في البيئة التي لاتكون عرضة للتلوث بالبراز (Caplenas & Kanarek,1984).

إن جميع الطرائق المستخدمة في تحديد بكتريا *E.coli* وبكتريا القولون والقولون البرازي هي طريقة العد التي تطبق قاعدة تخمير سكر اللاكتوز(APHA,1992).

بكتريا القولون البرازية Fecal coliform bacteria(Fcb)

إن هذه البكتريا هي جزء من بكتريا القولون وتماثلها في كل المقاييس ولكنها تختلف في أنها تخمر سكر اللاكتوز أو المانتول بدرجة حرارة 44مْ مع أنتاج حامض وغاز خلال 24 ساعة وأيضا تشكل الاندول من التربتوفان بهذه الدرجة (Senior,1996).

وأكدت دراسات أن بعض المعويات الاخرى مثل بكتريا Klebsiella قادرة على تخمير سكر اللاكتوز في درجة الحرارة نفسها التي تخمر فيها E.coli سكر اللاكتوز ولذلك يمكن عدها من بكتريا القولون البرازي (Feng *et al.*, 2002). وعموما فأن بكتريا E.coli تؤلف معظم هذه المجموعة حيث توجد بصورة طبيعية وبغزارة في فضلات الانسان والحيوانات ذوات الدم الحار (Ewing,1986)، حيث تمتاز بفتره حياة قصيرة نسبيا لذلك فأن وجودها في الماء يدل على التلوث البرازي الحديث (Parveen *et al.*,1973;

(Dutka,1999). ومع ذلك فأن عدم وجود بكتريا *E.coli* في تجهيزات ماء الشرب ليس الضمانة الاكيدة لصلاحية هذه المياه للأستهلاك البشري (Dutka، 1973)، وذلك لأن الفايروسات المعوية والابتدائيات أكثر مقاومة لعمليات التعقيم من بكتريا *E.coli* (Matsuura *et al.*,1988) وأن عدم وجود *E.coli* ليس من الضروري مؤشرا لخلو تلك المياه من هذه الكائنات (WHO,2003).

الكائن مستهلك consumer organism بالمعنى الأوسع، كائن a heterotrophic الذي تتغذى على المواد العضوية الحية أو الميتة. يتم التعرف على فئتين رئيسيتين:

أ. المستهلك الكبير. - macroconsumers، أساسا الحيوانات (الحيوانات العاشبة، الحيوانات آكلة اللحوم، والرمية detritivores، التي تناول طعاما كليا أو جزئيا الكائنات الحية الأخرى أو الجسيمات العضوية

ب. المستهلك الصغير micro-consumers، وذلك أساسا البكتيريا والفطريات التي تتغذى عن طريق تحطيم المركبات العضوية المعقدة، واستيعاب بعض من منتجات التحلل، وفي الوقت نفسه انتاج المواد العضوية وغير العضوية وتبسيطها نسبيا للبيئة. أحيانا يقتصر مصطلح "المستهلك" إلى macroconsumers، microconsumers يجري المعروفة باسم 'المحللات'. ويمكن عندئذ أن يطلق المستهلك الأساسي '(الحيوانات العاشبة)، "الثانوية" (الحيوانات آكلة اللحوم و العاشب)، وهكذا، حسب الموقع في السلسلة الغذائية food chain. المستهلك الكبير Macroconsumers هي أيضا phagotrophs يطلق عليها في بعض الأحيان biophages، بينما في المقابل المستهلك الصغير microconsumers تسمى saprotrophs أو saprophages.

التغذيه: هي عملية الحصول على المواد الغذائيه من البيئه واستخدامها في الأنشطة الخلويه مثل النمو والأيض، وتعتبر مصادر الكربون والطاقة هي المحددات الرئيسيه لنوع التغذيه عند الميكروب.

الأنواع الغذائيه للأحياء الدقيقه

تقسم الكائنات الحيه الدقيقه حسب نمط تغذيتها بالاعتماد على مصدر الكربون والطاقة الى:

1. كائنات ذاتية التغذيه Autotrophs

عباره عن كائنات لا تحتاج إلى كائنات أخرى للحصول على غذائها، بل تصنع غذائها بنفسها من مصادر غير حيه، والمصدر الأساسي للكربون هو ثاني أكسيد الكربون، وتقسم الكائنات ذاتية التغذيه الى:

أ- كائنات ذاتية التغذيه غير العضويه الضوئيه Photolithoautotrophs تستخدم الطاقه الضوئيه وثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون والماء كمانح للإلكترون مثل الطحالب حقيقية النواه والبكتيريا الزرقاء أو تستخدم مانح غير عضوي مثل الهيدروجين H2 وكبريتيد الهيدروجين H2S والكبريت S، كمانح للإلكترون مثل البكتيريا الخضراء والأرجوانيه الكبريتيه.

ب- كائنات ذاتية التغذيه غير العضويه الكيميائية Chemolithoautotrophs تؤكسد المركبات غير العضويه المختزله مثل الحديد والنيتروجين أو جزيئات الكبريت لإطلاق الطاقه والإلكترونات اللازمة للتخليق الحيوي، ويعتبر ثاني أكسيد الكربون مصدر للكربون مثل البكتيريا المؤكسدة للكبريت وبكتيريا الميثان وبكتيريا النيترة وبكتيريا الحديد.

2. كائنات متباينة التغذيه Heterotrophs

عباره عن كائنات تحتاج إلى كائنات أخرى للحصول على غذائها، والمصدر الأساسي للكربون هو المركبات العضويه، وتقسم الكائنات متباينة التغذيه حسب مصادر الطاقه الى:

أ- كائنات متباينة التغذيه العضويه الضوئيه Photoorganoheterotrophs تستخدم الطاقه الضوئيه ومركب عضوي كمانح للإلكترون والهيدروجين وكمصدر للكربون مثل البكتيريا الخضراء والأرجوانيه غير الكبريتيه.

ب- كائنات متباينة التغذيه العضويه الكيميائية Chemoorganoheterotrophs: تستخدم مركبات عضويه كمصدر للطاقة والإلكترونات والهيدروجين وللتخليق الحيوي للكربون مثل الأوليات والفطريات ومعظم البكتيريا غير ضوئية التخليق وبعض الطحالب حقيقية النواه.

وتقسم الكائنات متباينة التغذيه حسب كيفية حصولها على هذه المواد المغذيه العضويه الى:

أ- كائنات مترممه Saprophytic Microbes

كائنات دقيقه حرة المعيشة، تتغذى بشكل أساسي على البقايا العضويه المتحللة سواءً كانت بقايا نباتيه أو حيوانيه، وتمتلك جدار خلوي صلب، ولا تستطيع ابتلاع جزيئات الغذاء الكبيره، لذلك تقوم بإفراز أنزيمات خارج خلويه لتحويلها إلى جزيئات أصغر ليتم تمريرها إلى داخل الخليه، والكائنات الحيه المترممه قد تكون إمّا إجبارية الترمم (Obligate Saprophytic Microbes) أو

اختيارية الترمم (Facultative Saprophytic Microbes) وهي التي تعيش عادة متطفلة ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم، فإنها تلجأ للترمم.

ب- كائنات متطفلة Parasitic Microbes

كائنات دقيقه تحصل على غذائها عادةً من خلايا وأنسجة العائل، وتعيش إما متطفلة داخل جسم العائل (endoparasites)، أو متطفلة على جسم العائل (ectoparasites)، والكائنات الحيه المتطفلة قد تكون إمّا إجبارية التطفل (Obligate Saprophytic Microbes) أو اختيارية التطفل (Facultative Saprophytic Microbes) وهي التي تعيش عادة في الظروف الطبيعيه مترممه على مواد عضويه متحللة موجودة في التربه، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً فإنها تستطيع التطفل عليه.

3. كائنات خليطة التغذيه Mixotrophs

وهي البكتيريا التي تعتمد على مصادر الطاقه العضويه ومصادر الكربون العضويه (تتشارك فيها عمليات أيض التغذيه الذاتيه مع التغذيه المتباينة.

نمط التغذيه للأحياء الدقيقه

1. البكتيريا

أ- بكتيريا ذاتية التغذية: إما تغذية ذاتية كيمائية وتمثلها البكتيريا المؤكسدة لبعض المركبات غير العضوية مثل الكبريت أو الحديد، أو تغذية ذاتية ضوئية وتمثلها البكتيريا التي تحتوي على صبغة الكلوروفيل مثل البكتيريا الخضراء المزرقه والبكتيريا الخضراء والأرجوانيه الكبريتيه.

ب- بكتيريا متباينة التغذيه: إما أن تعيش وتتطفل على الكائنات الحية الأخرى

وتسبب لها بعض الأمراض كالكوليرا والسل والتيفوئيد أو تعيش مترمّمة على المواد العضوية الميتة أو متكافلة مع كائنات أخرى مثل الأشنات.

2. الفطريات

جميع الفطريات غير ذاتية (متباينة) التغذيه لعدم احتوائها على صبغات الكلوروفيل:

أ- فطريات إجبارية التطفل: تعيش في الطبيعه متطفله على عوائل خاصه تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها مثل فطر بلازموبارا فيتيكولا.

ب- فطريات اختيارية التطفل: تعيش في الظروف الطبيعيه مترممه على مواد عضويه متحللة موجوده في التربه، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً فإنها تستطيع التطفل عليه مثل بعض أنواع الفيوزاريوم.

ج- فطريات إجبارية الترمم: تعيش مترممه على مواد عضويه متحللة سواءً كانت بقايا نباتيه أو حيوانيه مثل فطر البينيسيليوم.

د- فطريات إختيارية الترمم: تعيش عادة متطفله ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم، فإنها تلجأ للترمم على مواد عضويه متحللة في التربه.

هـ- فطريات متكافلة تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة مع كائنات حيه أخرى مثل الأشنات وهي معيشه تكافليه بين أنواع من الفطريات الخيطيه وأنواع من الطحالب الخضراء أو البكتيريا الزرقاء وكذلك المايكورايزا (الفطريات الجذرية) وهي علاقه تشاركيه بين بعض أنواع فطريات التربه وجذور نباتات معينه.

3. الطحالب

أ- طحالب ذاتية التغذية: أغلب الطحالب ذاتية التغذية الضوئية تحتاج فقط إلى الضوء وثاني أكسيد الكربون كمصدرين للطاقه والكربون.

ب- طحالب متباينة التغذية: وهي قليله وإما أن تعيش مترمّمة على المواد العضوية الميتة أو تعيش بطريقة التكافل مع كائنات حيه أخرى مثل الأشنات وقد يكون بعضها متعايش داخلياً في بعض الأوليات والرخويات والديدان وبعض النباتات وقليل منها يؤدي إلى حدوث تطفل.

4. الفيروسات

جميع الفيروسات متطفله إجباريه داخل خلويه تعيش في عوائل خاصه تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأي عن عوائلها.

5. الأوليات

معظم الأوليات متباينة التغذيه وكثير منها متطفله على البشر والحيوانات والنباتات والأحياء الدقيقه إما متطفله خارج خلويه أو داخل خلويه وبعضها قد يكون مترمم أو يعيش تكافلياً مع كائنات حيه أخرى وبعضها تتغذى تغذيه حيوانيه مثل الأميبا والباراميسيوم على الأحياء الدقيقه وحيدة الخليه كما أن بعضها ذاتية التغذيه مثل اليوجلينا التي تحتوي على صبغة الكلوروفيل.

الاحتياجات الغذائيه العامه

بين تحليل مكونات الخليه الميكروبيه بأن أكثر من 95٪ من مادتها الجافه من عناصر عظمى قليلة العدد هي: الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد.

وتسمى هذه العناصر بالعناصر الكبرى لأن الأحياء الدقيقه تحتاجها بكميات كبيره نسبياً. والعناصر الست الأولى (الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت والفسفور) عباره عن مكونات للكربوهيدرات والبروتينات والدهون والأحماض النووية. والعناصر الأربعة الكبرى المتبقيه (الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد) توجد في الخليه على شكل كاتيونات وتلعب أدوار متباينة. كما تحتاج الأحياء الدقيقه في تغذيتها إلى عناصر أخرى ولكن بكميات قليله وتسمى العناصر الصغرى، وتشمل المنجنيز والزنك والكوبالت والموليبدينام والنيكل والنحاس.

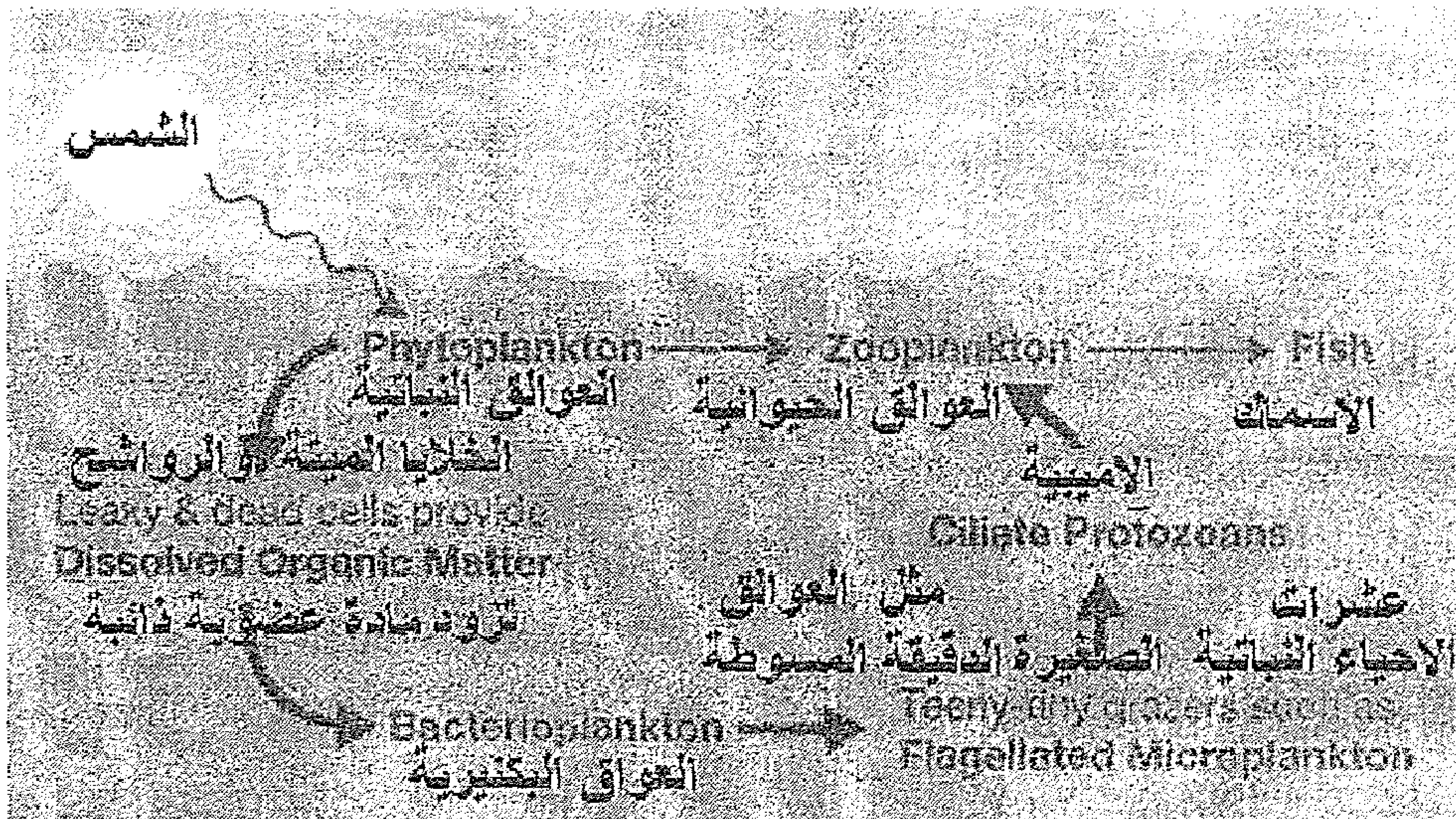
البكتيريا في السلسلة الغذائية Bacteria in Food Chain

على مدى القرن الماضي قد اتخذت العديد من التغييرات على طرق إنتاج الغذاء. أي تغيير في السلسلة الغذائية له تأثير ربط الوصول إلى جميع وصلات. البكتيريا، مجهرية في حجمها، لها مشاركة فعالة في العملية الغذائية من خلال السلسلة من التربة إلى النباتات إلى الحيوانات المستهلكة والعودة إلى التربة هذه القوى الصغيرة تحطيم المواد العضوية بواسطة الهضم الأنزيمي. خلال بعض العقود من الممارسة كان لها التغيرات في إنتاج الغذاء أثر تناقص البكتيريا المفيدة في امدادات الغذاء وانتاج سلالات جديدة من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية

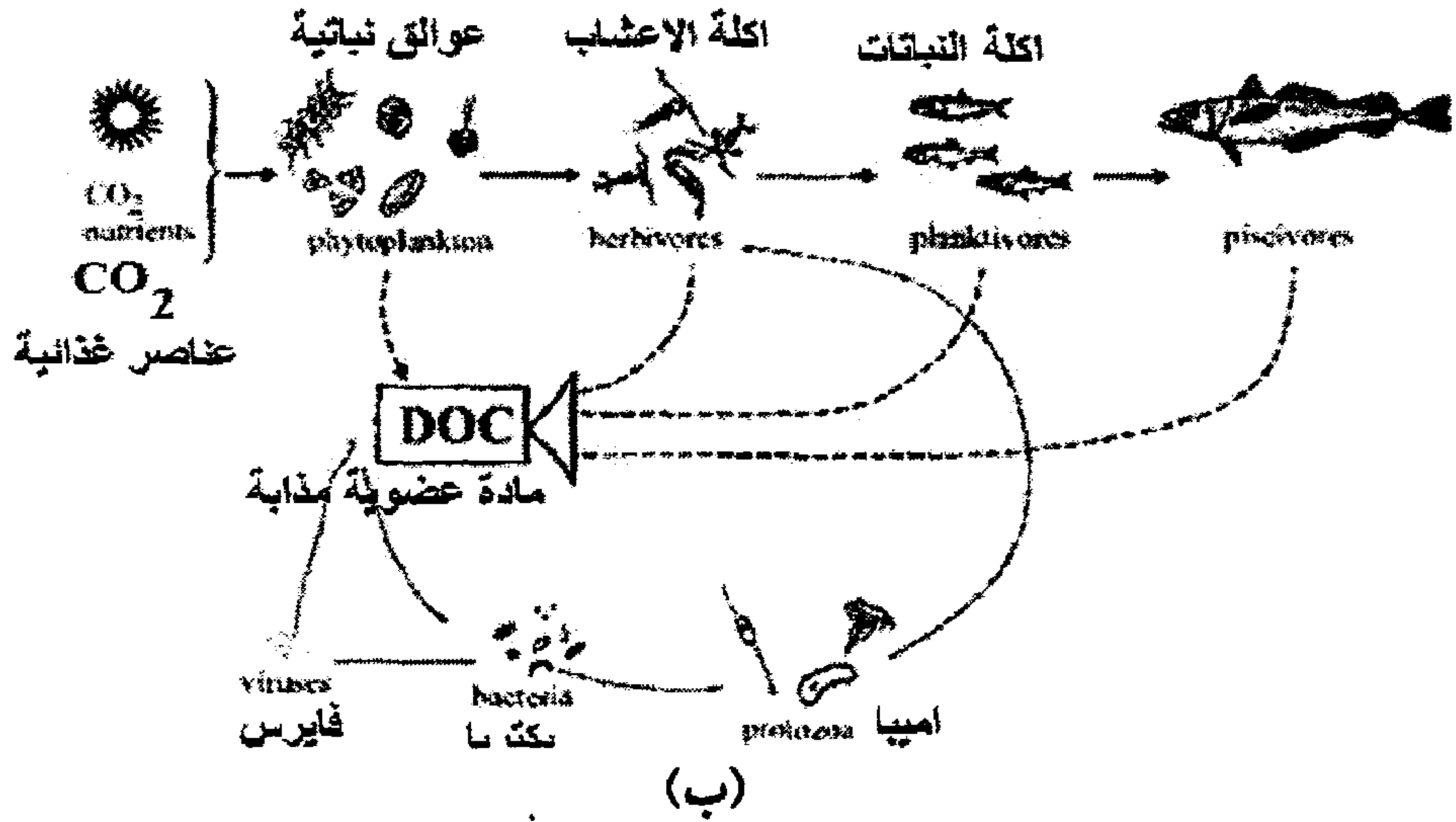
الشبكة الغذائية الاحياء الدقيقة Microbial Food Webs

الحياة في المحيطات ترتكز على الاحياء الدقيقة. معظم النشاط الكتلة الحيوية والبيولوجية في المحيط هي مجهرية، والميكروبات تهيمن على دورة الكربون الأرضي، والأكسجين والكبريت والنيتروجين.و البكتيريا في المحيط

100 مليون مرة أكثر من النجوم في الكون المعروف، و فيروسات آلاف المرات أكثر من البكتيريا. حتى الآن نحن لا نعرف إلا القليل عن العلاقات بين الميكروبات وبيئتها بسبب واحد بالعاشرة فقط من واحد في المئة من البكتيريا من أي وقت مضى تم زراعتها. وجود الشبكة الغذائية البحرية التقليدية في بحر من الميكروبات والمواد الذائبة القائم على الكربون. الشبكة الغذائية البحرية هو ميكروب التي تركز... إن الأسماك الشبكة الغذائية تمثل عنصرا ضئيلا نسبيا. (Barber & Hilting (2000 and 2007).



(أ)



شكل (46 أ و ب) سريان الطاقة في مياه البحار

نهج واحد لفهم العلاقات بين الكائنات الحية الدقيقة والبيئة المحيط بها هو فحص الحمض النووي RNA والحمض النووي DNA باستخدام على سبيل المثال، تقنية طلقات نارية حيث تتم إزالة الحمض النووي من عينات الخلايا ويجبر من خلال فوهة صغيرة لكسر الحمض النووي لملايين من شظايا. في عام 2003، وتستخدم Craig Venter وزملاؤه تقنية لتحليل تسلسل الحمض النووي من الكائنات الحية الدقيقة في المياه التي يتم تجميعها من بحر سارجاسو Sargasso Sea بالقرب من برمودا وجدت 1800من الأنواع الجينية وضعت على تسلسل على أساس القرابة، بما في ذلك 148 البكتيرية الفيلوتايب phylotypes لم تكن معروفة سابقا. حددنا أكثر من 1.2 مليون جينات لم تكن معروفة سابقا ممثلة في هذه العينات، بما في ذلك أكثر من 782 مبصرات جديدة. شبيه بالرودوبسين Venter et al (2004).

نهج آخر لقياس عدد من الميكروبات، والانتاجية وكمية الجسيمات في الماء

لحساب مقدار مساهمة الميكروبات إلى أجزاء مختلفة من الشبكة الغذائية في المحيطات. ويبين هذا النهج أن الميكروبات، وخاصة، العوالق الجرثومية مع أحجام تتراوح0.2-2.0 ميكرون، لا تقل أهمية عن الشبكة الغذائية التقليدية البحرية.

الشبكة الغذائية (الحلقة على اليسار)واحدة الاجزاء المهمة في الشبكة الغذائية في البحار العوالق النباتية (Picoplankton) تغذي كمية كبيرة من العوالق الحيوانية (zooplankton) مباشرتا وغير مباشرة وكذلك تساهم في تدقيق واذابة الكاربون في المحيط.الشبكة الغذائية للاحياء الدقيقة غالبا غير معروفة مجموعة متنوعة مذهلة من الميكروبات اكتشفت من خلال تحليل الحمض النووي DNA يبين كم هو قليل ما نعرفه عن شبكة االغذائية الميكروبية. وبين العلماء، في رحلات من اكتشاف جديد من إنجلترا إلى جنوب غرب المحيط الهادئ، مليارات من القواعد من تسلسل الحمض النووي.

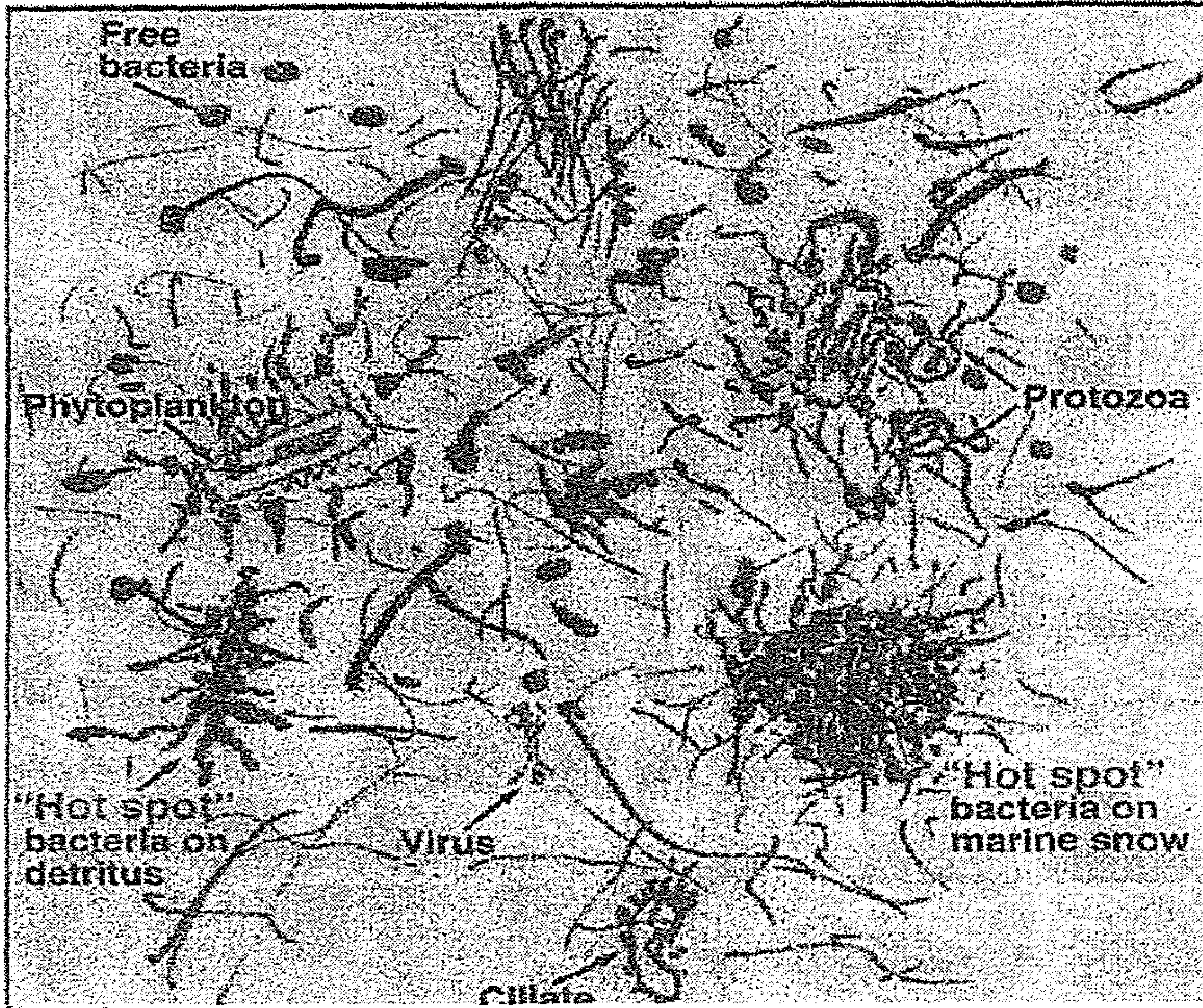
وقد وجد فريق فنتر الأدلة جديدة لكثير من الأنواع الميكروبية أن الباحثين يريدون إعادة رسم شجرة الحياة الميكروبية و تحديد أكثر من 400 نوع من الميكروبات الجديدة وكانت الغالبية العظمى من الميكروبات التي صيدت في مرشحات فنتر الفريدة وراثيا... استنادا إلى أفضل تخمين في أقرب إلى بداية ونهاية كل الجينات مثار الخروج من تسلسل الحمض النووي.

وقد بين بعض العلماء أن الحمض النووي بترميز 6120000 بالبروتينات الافتراضية. أن إيجاد تقريبا يضاعف عدد من البروتينات المعروفة في ضربة الواحدة معظم البروتينات المتوقعة هي من وظيفة غير معروفة، وربعهم ليس لديهم تشابه إلى أي بروتينات معروفة من خلال مقارنة وتوقع تسلسل الأحماض

الأمينية مع تلك البروتينات المعروفة، وجدوا وجودها بوفرة مذهلة من البروتينات مما يشير يعتقد أن تستخدم فقط من قبل الكائنات متعددة الخلايا. بين البروتينات افتراضية منها

لعينات البحرية، وجد الباحثون 28000 من ما يسمى تحركات البروتينات حقيقية النواة، وكذلك 19000 آخر من مجموعة متشابهة للغاية لهذه تحركات- ثلاثة أضعاف العدد المعروف سابقا من دراسة المحيط ينتج موجة عارمة من الحمض النووي الميكروبي (Bohannon (2007).

اخذة عينات من المحيط خلال فترة 10 اشهر من 41 ضمت مئات من الأنواع الجديدة قادرة على جعل الملايين من البروتينات التي لم تكن معروفة سابقا، بما في ذلك عشرات الآلاف التي كان يعتقد أن يحدث فقط في الأعلى، والكائنات متعددة الخلايا. وهذا هو جزء صغير جدا من المحيط. ومن الواضح أن الشبكة الغذائية الميكروبية غير معروف تقريبا. جبهة جديدة واسعة من الحياة ينتظر الاكتشاف هذه لمحة موجزة عن ما نعرفه حتى الآن. الكائنات الميكروبية التي تتألف منها الشبكة الغذائية. وتشمل الشبكة الغذائية الميكروبية البكتيريا والخلية بدائيات النوى بدون نواة، وحقيقية النوى الصغيرة جدا (الكائنات وجود الخلايا مع نواة)، وتتراوح في حجمها من 0.01 ميكرومتر للفيروسات إلى 20 ميكرومتر لهدبيات، التي تعيش في وسط غذائي مخفف من الكربون تتراوح بين الجزيئات الفردية للبوليمرات متشابكة إلى الغرويات إلى كتل من مادة ميتة تدعا الثلوج البحرية.



شكل (47) الحياة الميكروبية في المياه المضاءة بنور الشمس على المحيط

يشير مصطلح الشبكة الميكروبية الغذائية إلى مجمل التفاعلات الغذائية التي تتم داخل الميكروبات في بيئات مائية. وتشمل هذه الميكروبات كلاً من الفيروسات والبكتيريا، والطحالب، والطلائعيات (مثل الهدبيات والسوطيات).

وفي البيئات المائية، تبني الميكروبات أساس الشبكة الغذائية. وبشكل عام، تعد الكائنات ضوئية التكوين أحادية الخلية، مثل الدياتومات والزراقم، أكثر الكائنات الأساسية إنتاجًا في منطقة البحر المفتوح. فالكثير من هذه الخلايا، وخصوصًا الزراقم، تكون متناهية الصغر، فلا تستطيع القشريات وصغار اليرقات العوائق الإمساك أن تلتهمها. ولكن تستطيع الطلائعيات البلعمية ان تتغذى على تلك الخلايا، والتي تلتهم أيضا بواسطة الكائنات الأكبر حجمًا.

تستطيع الفيروسات اختراق الخلايا البكتيرية المفتوحة (والمعروفة أيضًا باسم العوالق النباتية) ولكن بشكلٍ أقل و تصيبها بالعدوى. ولذلك، تعمل الفيروسات في الشبكة الغذائية الميكروبية على تقليل البكتيريا، وإنتاج الجسيمات والكربون العضوي الذائب (DOC) عن طريق حل الخلايا البكتيرية. ويمكن أيضًا إنتاج الكربون العضوي الذائب في البيئة من خلال خلايا الطحالب. ومن أسباب إنتاج العوالق النباتية للكربون العضوي الذائب ما يسمى "النمو غير المتوازن"، والذي يحدث عندما تكون المغذيات الأساسية (مثل النيتروجين والفسفور محدودة. ولذلك، لا يستخدم الكربون الناتج عن عملية البناء الضوئي في بناء البروتينات (ونمو الخلية التالي)، ولكنه محدود بسبب نقص المغذيات اللازمة للجزيئات الضخمة. ثم تُطلَق نواتج البناء الضوئية الزائدة أو الكربون العضوي الذائب، أو يتم ترشيحها.

يشير مصطلح الحلقة الميكروبية إلى المسار الموجود في الشبكة الغذائية الميكروبية، والذي يعود فيه الكربون العضوي المُذاب إلى مستويات غذائية أعلى عن طريق الاندماج في الكتلة الحيوية البكتيرية.

مواطن البكتريا Microbial Habitats

مع 10 مليون نوع من الاحياء الدقيقة التي تعيش على كوكبنا، ليس من العجب انها وجدت في كل انواع المواطن من الظروف شديدة البرودة إلى اعلى درجات الحرارة. وكذلك لها قابلية التحمل لظروف كثيرة أخرى مثل قلة الماء الجاهز والملوحة العالي وقلة مستوى الاوكسجين. ليس باستطاعة كل مايكروب العيش في كل المواطن. لكل نوع من الميكروبات ظروف ضيقة محدودة. الاحياء الدقيقة عنصر اساسي في النظام البيئي. تشكل عدد كبير من الشبكات الغذائية.

الاحياء الدقيقة تأكل من قبل الحيوانات وكذلك تلعب دور مهم في تحطيم مواد الحيوانات والنباتات الميته من خلال العمليات التي تدعى تحلل decomposition والاكثر اهمية اشتراك هذه الاحياء في دورات العناصر الغذائية والمركبات الاخرى. مثال على ذلك الاحياء في المحيطات تولد كميات كبيرة من الاوكسجين المستخدم من قبل الاحياء في العالم Terrestrial

1- مواطن البكتريا في اليابسة Microbial Habitats

فقط 1٪ من الاحياء الدقيقة الموجودة في التربة معروفة. هذه الاحياء المعروف منها والغير معروف لها دور في تكوين التربة وهي عنصر اساسي لنظامها البيئي. هي المسؤولة في نقل المغذيات مثل الكاربون والكبريت إلى النباتات والحيوانات خلال دورات مختلفة. بعض هذه الاحياء تحول النايتروجين الغاز إلى اشكال يمكن للنبات الاستفادة منه مثل السماد الطبيعي لولا الاحياء الدقيقة لا تستطيع بعض النباتات النمو.

البكتريا والفطريات الذي تعيش في التربة تتغذى غالبا على المادة العضوية مثل بعض النباتات والحيوانات وتحلل المواد الميتة وتحرر عناصر غذائية اساسية في التربة. هذه تجعل الاحياء الدقيقة العضو الاول في الشبكة الغذائية في التربة. الاحياء الدقيقة حساسة جدا لبيئة المحلية مثل مستوى ثاني اوكسيد الكاربون والاوكسجين وPH والرطوبة ودرجة الحرارة كل هذه العوامل تأثر على نمو الاحياء الدقيقة في التربة

2- مواطن البكتريا المائية Aquatic Microbial Habitats

الاحياء الدقيقة تعيش في المياه العذبة والمالحة. هذه الاحياء النباتية والحيوانية كما هو الحال بالنسبة للبكتريا والفطريات والفايروسات. كذلك

بالنسبة الاحياء الدقيقة الاخرى التي تعيش في الماء مكيفة لظروف خاصة في بيئتها. مديات المواطن من مياه المحيط الذي يحتوي على مستوى عالي من الاملاح إلى المياه العذبة كالانهار والبحيرات. درجة حرارة البيئات المائية ايضا تختلف واحياء دقيقة تعيش في الينابيع الحارة كما تعيش في درجات الحرارة الواطئة جدا مياه القطب. الاحياء الدقيقة المائية كذلك تعيش في المياه الجوفية تحت الارض والجيوب الصغيرة من الماء الذي يحدث على الارض.

الاحياء الدقيقة كما هو الحال في المناطق اليابسة تلعب دور في دورات العناصر الغذائية خلال الاوساط البيئة المائية من خلال تحطيم المادة الميتة الحيوانية أو النباتية. هذه تؤدي إلى تحرير العناصر الغذائية في الماء. بالاضافة ان الاحياء الدقيقة تكون غذاء للحيوانات مثل ديدان البحار التي تاكل البكتريا والفطريات التي تعيش في الترسبات البحرية. واحدة من اهم ادوار الاحياء دقيقة المائية هو انتاج الاوكسجين بواسط العوالق النباتية phytoplankton. هذه الحياء تحرر الاوكسجين باستخدامها طاقة الشمس خلال البناء الضوئي.

3- مواطن الاحياء في احياء أخرى Microbial Habitats in Other Organisms

الاحياء الجهرية يمكن ان تتواجد في كل بيئة على كوكب الارض. هذا يتضمن العيش على النباتات والحيوانات وحتى على الانسان. جسم الانسان يحمل 10 تريليون خلية. 10 مرات عدد الميكروبات تعيش داخل أو خارج الجسم، مع الاف من الانواع المختلفة لا يتشابه اثنان في هذه الخاصية من الميكروبات، النظام البيئي الميكروبي الشخصي يصبح اكثر توحدا.

الاحياء الدقيقة كذلك تعيش على احياء اخرى. هذه الاحياء اما ان تكون

ضارة أو مفيدة للمضيف على سبيل المثال. البكتريا تنمو في عقد على الجذور نباتات الفاصوليا والباقلاء. هذه الاحياء الدقيقة تحول النايتروجين من الهواء إلى شكل يمكن للنبات الاستفادة منه. الابقار تعيش في معدتها المصممة خصيصا للحشائش والغذاء. بحالات كثيرة الحيوانات والنباتات تدخل كمواطن لملاين الاحياء الدقيقة والتي تعتبر مسكنها.

المتطرفة للاحياء البيئات Extreme Microbial Environments

الاحياء الدقيقة تعيش في بعض الاماكن مثل العيون ذات المياه الحارة وحول البحر الميت لان بيئاتها متطرفة جدا ويمكن ان نسميها محبة الظروف المتطرفة extremophiles هذا التعير يعني انها تحب الظروف المتطرفة في موطنها. محبة الظروف المتطرفة متكيفه تكيفا جيدا لبيئتها والتي لا تستطيع النمو عندما يرجع إلى المختبر الا اذا تم تهيئة ظروف مماثلة.

كل مايكروب له الختيار في الظروف البيئية التامة. البعض مثل التي تعيش في مياه العيون الحارة تحتاج درجة حرارة متطرفة عالية للنمو. الاخر يزدهر عندما يكون تركيز الاملاح في الماء عالية جدا كما هي موجودة في قسم من المحيط. وحتى توجد مايكروبات تعيش داخل الصخور أو بالمسامات بين حبيبات المعادن. هذه الميكروبات يمكن ان تعيش عميقا في الارض (extremophiles) اكثر من ان تكون مخلوقات مذهلة. العلماء استخدموا هذه القابلية لاغراض اخرى. المركبات التي تصنع بواسطة هذه الاحياء تستخدم بطرق خاصة لاستنساخ الحامض النووي DNA.

مواطن الاحياء الجافة جدا Extraterrestrial Microbial Habitats

العلماء يعتقدون ان الاحياء الدقيقة ربا نقلت إلى الارض من كواكب

أخرى لكن لحد الان لم يلاحظ ميكروب خارج الارض.حقل الميكروبات المتطرفة جدا مستمره بايولوجيا في الازدهار. وجود الميكروبات في بيئات متطرفة على الارض شجعت العلماء للبحث خارج هذه اشكال الحياة الصغيرة في مكانات قاسية على كواكب أخرى مثل المريخ. وتم البحث عن الميكروبات في المريخ وان كان من الصعوب زراعة الميكروبات من على بعد. يستطيع العلماء ملاحظة علامات لفعاليتها من بعيد هذه يتضمن تحطيم العناصر أو تحرير غازات. مواقع أخرى في المجموعة الشمسية جذبت العلماء للبحث عن الميكروبات في Saturn's moons: Enceladus and Titan أقمار زحل: إنسيلادوس وتايتان.

References المصادر

- Abdulla, H. J. 2010. Desertification (Ecosystems degradation) Dar djlah. Amman – Jordan. pp. 304.
- Enright A. J., John B., Gaul U., Tuschl T., Sander C., Marks D. S. (2003). MicroRNA targets in Drosophila. Genome Biol. 5, R1. doi: 10.1186/gb-2003-5-1-p1 .
- Sylvia, D. M., Fuhrmann, J.F., Hartel, P.G., and D.A Zuberer (2005). "Principles and Applications of Soil Microbiology." New Jersey, Pearson Education Inc.
- Elton, C.S.(1968) reprint. Animal ecology. Great Britain: William Clowes and Sons Ltd
- EPA (2003). Madsen, E.L. "Report on Bioavailability of Chemical Wastes with Resepect to the Potential for Soil Bioremediation." Washington, D.C. , U.S. EPA.
- Charles L. Nunn, Vanessa O. Ezenwa, Christian Arnold and Walter D. Koenig (2011). "Mutualism or parasitism? phylogentic approach to characterize the oxpecker-ungulate relationship". Evolution 65 (5): 1297–1304. doi:10.1111/j.1558-5646.2010.01212.x
- Scow, Kate. "Lectures in Soil Microbiology." UC Davis, Winter 2008 .
- Reuters (2006). Climate Change And The Rise Of Atmospheric Oxygen. Science Daily.
- Gillies, R.Rand Dodds, T.C (1973).Bacteriology Illustrated 3rd ed. Churchill, Livingstone, Edinburgh, London.

- APHA, AWWA and WPCF, (1975).Standard method for the examination of water and waste water 14th ed. APHA, Washington, DC.P 1268.
- APHA, AWWA, WPCF (1995).Standard methods for examination of water and waste water.American public Health Association, Washington, U.S.A.
- Burrow, W. (1973).Microbiology of water and sewage. In. Text book of microbiology W.B. Saunders Company Philadelphia, Landon, Toronto, and PP.279-289.
- Geldreich, E.E;Nash, H.D.; Reasoner.D.J; and Taylor, R.H(1972). The Necessity of controlling bacterial population in potable water: community water supply.J.Amet.Wat.Wor. Ass; 64:596-602.
- Dutka, B.J.(1973).Coliform are an inadequate index of water quality Journal of Environmental Health; 36:39-40.
- Bohannon, J. (2007). METAGENOMICS: Ocean Study Yields a Tidal Wave of Microbial DNA. Science 315 (5818): 1486–1487.
- World Health Organization, (1984).Guideline for drinking water manual, 8th ed.Enumeration of Esherichia coli and the coliform bacteria.
- www.geohive.com/earth/population_now.aspx
- World Bank, World Development Report (1992).
- Stern, R.J.; Bloomer, S.H.; Martinez, F.; Yamazaki, T.; Harrison, T.M. (1996). "The composition of back-arc basin lower crust and upper mantle in the Mariana Trough: A first report". Island Arc 5 (3): 354–372 .
- Fratamico PM and Bayles DO (editor). (2005). Foodborne Pathogens: Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-00-4.

- Tannock GW (editor). (2005). Probiotics and Prebiotics: Scientific Aspects. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-01-1.
- Ljungh A, Wadstrom T (editors) (2009). Lactobacillus Molecular Biology: From Genomics to Probiotics. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-41-7.
- Mayo, B; van Sinderen, D (editor) (2010). Bifidobacteria: Genomics and Molecular Aspects. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-68-4.
- Machida, M; Gomi, K (editors) (2010). Aspergillus: Molecular Biology and Genomics. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-53-0.
- Rehm BHA (editor). (2009). Microbial Production of Biopolymers and Polymer Precursors: Applications and Perspectives. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-36-3.
- Becker and Vorholter (2009). "Xanthan Biosynthesis by Xanthomonas Bacteria: An Overview of the Current Biochemical and Genomic Data". Microbial Production of Biopolymers and Polymer Precursors. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-36-3.
- Remminghorst and Rehm (2009). "Microbial Production of Alginate: Biosynthesis and Applications". Microbial Production of Biopolymers and Polymer Precursors. Caister Academic Press. ISBN 978-1-904455-36-3.

الفصل السابع

التلوث البيئي

الفصل السابع

التلوث البيئي

- تعريف التلوث البيئي
- المصادر الرئيسية للتلوث البيئي
- التلوث الطبيعي
- مصادر التلوث الناتجة من انشطة الإنسان
- أنواع التلوث البيئي
- أنواع الملوثات البيئية
- تلوث الهواء
- ملوثات الهواء العالمية
- التلوث الضوضائي
- التلوث الضوئي
- رمي النفايات
- التخلص من الفضلات الصلبة بطرق ذات مردود اقتصادي
- التخلص من الفضلات الصلبة بطرق ذات مردود اقتصادي
- الطرق الحديثة المتبعة لمكافحة الحشرات بدون مبيدات الحشرات الكيميائية
- التلوث الحراري
- المصادر

الفصل السابع

التلوث البيئي

Ecological Pollution

لقد كثرت التحذيرات خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين حول مصير الحياة على الكرة الارضية، كما وجهت انتقادات كثيرة إلى تدخلات الإنسان في التوازن البيئي الطبيعي. وقد تزايد القلق بسبب استخدام الإنسان للوسائل المؤثرة والناجمة من التطور الهائل للتكنولوجيا والصناعة، الامر الذي أوجد مستويات غير مألوفة من التدخل لم يسبقها مثيل، مما اصبح يهدد توازن الطبيعة فعلاً.

ونتيجة لتداخل عوامل عديدة في مقدمتها الانفجار السكاني الهائل وما رافقه من انشطة تنموية وتطور صناعي وزراعي لسد الحاجات المتزايدة لملايين البشر فضلاً عن استنزاف الموارد الطبيعية واستغلال اراضي الغابات والاراضي الزراعية في إنشاء المصانع والمعامل واستغلالها كذلك في إنشاء المباني السكنية وشق الطرق ومد خطوط المواصلات والاتصالات وغيرها. ولعل من أهم المشكلات التي تواجه إنسان العصر الحالي هي كيفية الحفاظ على التوازن البيئي الطبيعي في بيئته لأجل الحصول على مقومات حياته. وان الاحتلال بتوازن البيئة يغير معالمها وعواملها بشكل جذري وقد تكون النتيجة تحولها إلى بيئة غير صالحة لمعيشة الإنسان.

لقد نشطت الدول وشعوبها في بدل قصارى جهودها للحد من تفاقم المشاكل التي تواجه البيئة ومنها مشكلة التلوث البيئي التي اصبحت تهدد كوكبنا

الارضي ادراكاً منها ان مسؤولية مواجهة هذه المشكلة العالية واجب على الجميع حماية لهذا الكوكب من مخاطرها والسعي للحفاظ على بيئة سليمة وآمنة. وتمثلت جهود دول العالم في عقد المؤتمرات والندوات العلمية ودعم البحوث والدراسات والمؤلفات التي تساهم في الحد من أخطار التلوث عالمياً، فضلاً عن اتخاذ الاجراءات المناسبة ووضع التشريعات القانونية لحماية البيئة والمحافظة على التوازن الطبيعي المتمثل بتكامل مقومات الطبيعة الثلاثة وهي:

1. القشرة الارضية (اليابسة) أو الغلاف الجوي.
2. الغلاف الهوائي.
3. الغلاف المائي.

تعريف التلوث البيئي:

هناك عدة اتجاهات في تعريف التلوث، وان اختلاف هذه التعاريف تعتمد اساساً على حالة المتخصص واتجاه دارسته واهتماماته.

فمثلاً يعرف علماء الحياة (البايولوجيين) مفهوم التلوث بأنه يشمل اي تغيير أو تأثير في التوازن الطبيعي لاي نظام بيئي مما يغير أو يؤثر في مكونات ذلك النظام البيئي.

أو اعتبار التلوث هو الحالة التي توجد فيها مادة أو مواد غريبة أو اي مؤثر في احدى مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال أو يحد من استعمالها.

اما المشتغلين في الصحة فيعرفون التلوث بأنه اي تأثير ضار على صحة الإنسان بما يشمل غذاؤه أو نشاطه الفسيولوجي.

ويعتبر الجغرافيون ان مشكلة التصحر هي إحدى مشاكل التلوث البيئي الهامة. ويمكن تعريف التلوث بمفهومه العام كالآتي:

التلوث Pollution: هو تعكير أو اضطراب في البيئة يعمل على تغيير صفاتها الطبيعية ويجعلها رديئة الاستغلال والمنفعة وغير مناسبة بشكل أو بأخر للحياة.

ان مخاطر التلوث تصيب المحيط الحيوي من هواء وماء وتربة وبذلك تؤثر في معظم ان لم يكن في كل الانظمة الطبيعية والاصطناعية.

المصادر الرئيسية للتلوث البيئي:

هناك مصدران رئيسيان للتلوث البيئي هما:

1. مصادر طبيعية أو التلوث الطبيعي.
2. مصادر من انشطة الإنسان أو التلوث الصناعي والبشري.

اولاً: التلوث الطبيعي Natural Pollution

يقصد بالتلوث الطبيعي ان ليس للإنسان اي دخل فيه. إذ أن الطبيعة عرضة إلى التغير المستمر بسبب عدة عوامل كالرياح والامطار والسيول وحرائق الغابات وثورات البراكين والزلازل والمد والجزر في البحار وما تفرزه من ملوثات اهمها ما يأتي:

1. الدقائق في الهواء:
2. المواد العالقة:
3. التعرية Erosion
4. زيادة تركيز الاملاح في المياه والتربة.
5. الغازات السامة المنبعثة من البراكين أو العيون المعدنية.

ثانياً: مصادر التلوث الناتجة من انشطة الإنسان:

وهي مصادر التلوث التي تكون اكثر خطورة حيث يزداد تأثيرها بازدياد تقدم الإنسان العلمي والتكنولوجي والحضاري وتشمل مجالات كثيرة أهمها:

1. المخلفات المنزلية: وتشمل المخلفات الناجمة عن النشاطات المنزلية لمخلفات الوقود المنزلي كالفحم والكيروسين والغاز والمنظفات المنزلية.
2. المخلفات الصناعية: من الصناعات التي تكون مصدراً للملوثات هي الصناعات الكيمياوية مثل صناعة الاسمدة والورق والنفط والمطاط والاسمنت واستخراج المعادن من خاماتها وصناعة الحديد والصلب والكبريت والفوسفات والاطارات وغيرها الكثير.
3. مخلفات العمليات الزراعية: للعمليات الزراعية مخلفات كثيرة تشمل بقايا المحاصيل والمخلفات الحيوانية والاسمدة الكيمياوية والمبيدات الكيمياوية.
4. مخلفات وسائط النقل المختلفة: تطرح عوادم السيارات بالإضافة إلى الرصاص ملوثات أخرى كأول اوكسيد الكاربون واكاسيد النتروجين والهايدروكاربونات.
5. المواد المشعة: ان الاشعاع الصادر من المواد المشعة الناتجة من المفاعلات النووية وتجارب الانفجارات النووية يؤدي إلى تلوث البيئة.
6. الضوضاء: يؤثر الضوضاء بشكل خاص على الإنسان الذي يعيش في وسط اصوات عديدة حيث وجد ان تأثير الضوضاء على الإنسان واضح في جعله سريع الغضب وقليل القدرة على التركيز الفكري وكثيراً ما ينجم عن ذلك الاصابة بالقرحة وقد يؤدي الضوضاء الشديد إلى الصمم.

انواع التلوث البيئي:

هناك ثلاثة انواع رئيسية للتلوث البيئي:

1. تلوث الهواء Air pollution
2. تلوث المياه Water pollution
3. تلوث التربة Soil pollution

انواع الملوثات البيئية:

1. ملوثات طبيعية: مثل الاتربة والغبار، والاشعاع، الضوضاء، الدخان.
2. ملوثات كيمياوية: مثل الابخرة والغازات، الحوامض والقلويات، العناصر الثقيلة، المبيدات.
3. ملوثات احيائية: مثل الجراثيم، الفيروسات، البكتيريا، الطفيليات، الفطريات.

طبيعة المواد الملوثة: Nature of pollutants

تشمل المواد الملوثة مدى واسعاً من المواد، فقد تكون اي مادة مصنعة من قبل الإنسان مادة ملوثة في بعض الاحيان. وقد تكون بعض المواد التي تعتبر ضرورية لحياة الكائنات الحية كالحديد والنحاس والزنك على سبيل المثال لكنها قد تكون ذات سمية عالية عند وجودها بكميات وتراكيز عالية. ولأجل دراسة هذه المواد الملوثة وامكانية التعرف عليها علينا الاخذ بنظر الاعتبار المواصفات الاتية:

أولاً: تركيبها الكيمياوي:

يمكن تقسيم المواد الملوثة حسب تركيبها الكيمياوي إلى نوعين هما:

1. مواد عضوية: وتشمل مواد عضوية غنية بالكلور مثل بعض المبيدات الحشرية كالكلوريدينوالالديرين والـ DDT كما ان هناك مواد عضوية غنية بالفسفور كالبراثيوموالملاثيون.
2. مواد غير عضوية: قد تكون هذه المواد على هيئة ايونات كالايونات الموجبة مثل الزنك Zn^{++} والنحاس Cu^{+} والحديد Fe^{++} والايونات السالبة مثل النترات NO_3^{-} والفوسفات PO_4. أو تكون غير أيونية مثل العناصر الثقيلة كالزئبق والرصاص والكادميوم والزرنيخ.

ثانياً: درجة تحللها: وتشمل نوعين هما:

1. مواد قابلة للتحلل: وهي المواد التي يمكن تحللها أو تكسيرها في البيئة من قبل المحللات كالبكتيريا والفطريات. وتكون هذه المواد اقل خطورة في تلوث البيئة. علماً ان تأثيرها السلبي يزول حال تحلله كاملاً من قبل الكائنات الدقيقة.
2. مواد غير قابلة التحلل: وتشمل المواد الكيمياوية والصناعية ذات التأثير التراكمي في البيئة والتي لا يمكن تحللها. مثل مبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات ومواد البلاستيك والنايلون وبعض المنظفات.

ثالثاً: درجة سميتها:

تعد بعض المواد الملوثة مواد سمية للكائنات الحية. ويقصد بالمواد السمية انها تلك المواد التي تسبب شللاً لحركة الكائنات الحية وتثبط نموها وتؤدي إلى

موتها وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعال على إيقاف وعرقلة الفعاليات الايضية. وتتفاوت المواد السمية في تأثيرها إلى وفق تركيبها الكيمياوي وتركيزها المؤثر.

التلوث Pollution

إن ابسط تعريف للتلوث هو التدخل في نقاوة الهواء والماء والتربة، بسبب امتزاجها بالمواد الكيميائية المؤذية المتنوعة، وخاصة قذف الفضلات الصناعية فيها. ويسمى التدخل في نقاوة العناصر اعلاه أو إي تغير في خصائصها الأساسية تلوثا عندما يؤدي إلى عدم نظافتها مسببا الأذى بدرجات متفاوتة اعتمادا على تركيز المادة الملوثة.

الأشكال الرئيسية للتلوث:

- تلوث الهواء Air pollution: الإفراج عن المواد الكيميائية والجسيمات في الغلاف الجوي. وتشمل الملوثات الغازية المشتركة أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، الكلوروفلوروكربون (مركبات الكربون الكلورية فلورية) وأكاسيد النيتروجين التي تنتجها الصناعة والسيارات. يتم تكون طبقة الأوزون والضباب الدخاني الكيميائي الضوئي وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات رد فعل لأشعة الشمس. والجسيمات الصغيرة.
- التلوث الضوئي Light pollution: ويشمل الإفراط في الإضاءة.
- رمي النفايات Littering: جريمة إلقاء الأجسام غير ملائمة التي هي من صنع الإنسان، والغير مزاله، والتي لها تأثر على الممتلكات العامة والخاصة.
- التلوث الضوضائي Noise pollution: والذي يشمل ضوضاء الطريق، ضوضاء الطائرات، الضوضاء الصناعية وكذلك الكثافة العالية للسونار.

- تلوث التربة Soil contamination يحدث عندما يتم سكب المواد الكيميائية أو تسرب تحت الأرض. ومن بين أهم الملوثات التربة هي الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة، مبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية والهيدروكربونات المكلورة.

- التلوث الإشعاعي Radioactive contamination، وهو التلوث الناجم عن أنشطة القرن 20 في الفيزياء الذرية، مثل توليد الطاقة النووية والأسلحة النووية وتصنيع والبحوث. (انظر بواعث ألفا والأكتينيدات في البيئة).

- التلوث الحراري Thermal pollution، هو التغير في درجة الحرارة في المسطحات المائية الطبيعية الناتجة عن التأثير البشري، مثل استخدام مياه التبريد في محطة للكهرباء.

- التلوث البصري Visual pollution، الذي يمكن أن يشير إلى وجود خطوط هوائية كهربائية، لوحات الطريق السريع، التضاريس ندوب (من قطاع التعدين)، التخزين المفتوحة من القمامة والنفايات الصلبة البلدية أو الحطام الفضائي.

- تلوث المياه Water pollution، عن تصريف مياه الصرف الصحي من النفايات التجارية والصناعية (عمدا أو من خلال تسرب) إلى المياه السطحية؛ تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة المحلية، والملوثات الكيميائية، مثل الكلور، من مياه الصرف الصحي المعالجة، وإطلاق سراح من النفايات والملوثات إلى الجريان السطحي تتدفق على المياه السطحية (بما في ذلك الجريان السطحي في المناطق الحضرية ومياه الصرف الزراعي، والتي قد تحتوي على الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات)؛ التخلص من النفايات والارتشاح في المياه الجوفية؛ إغناء المياه بالمغذيات ورمي النفايات.

مع إن مشكلة التلوث عاصرت الإنسان لقرون عديدة إلا إن القفزات الهائلة في التطور الصناعي للحضارة الحالية وخاصة في القرن العشرين وما تلاه جعلت هذه المشكلة ذات إبعاد حرجة.

يرجع تلوث الأراضي بطريقة تؤدي إلى إعاقة استغلالها بصورة عامة والاستغلال الزراعي بصورة خاصة إلى:

1- وجود مخلفات الحرب من الآيات وتخريب سطح الأرض نتيجة للمواضع العسكرية والسواتر الترابية.

2- وجود مواد سامة مثل مركبات الزئبق والزرنيخ والرصاص والكادميوم وغيرها.

3- وجود بقايا المبيدات العضوية المخلقة وبدرجات مختلفة من التركيز.

4- وجود المواد الملوثة بالإشعاعات الذرية. التلوث من هذا النوع أصبح من المشاكل الرئيسية بالنسبة للدول التي تعرضه للحروب خاصة العراق الذي عانى منذ سنة 1980 ولحد ألان من الحروب وعدم الاهتمام و الشعور بالمسؤولية مما تفرزه هذه الحروب من نواتج ضارة للبيئة بصورة عامة وللإنسان بصورة خاصة والكائنات الحية الأخرى بصورة عامة.

فلقد ازيلت وحرقت وجففت الاهوار في جنوب العراق و لقد قطع النخيل الكثيف المتنوع التمر على ضفاف شط العرب وحرقت وازيلت البساتين بنيران الأسلحة المختلفة على ضفتي شط العرب وكانت تلك الحالة كارثية ضارة للبيئة. أدى هذا العمل إلى تصحر مساحات واسعة ونزوح كبير للسكان من هذه المناطق بعدما كانت توصف بجنات عدن في الماضي السحيق وارض السواد في الجاهلية وصدر الإسلام وهي التي يقال في العهد العباسي أنها غابة متصلة من

الأنواع المختلفة من الأشجار من بغداد إلى البصرة كما أنها هي نفسها التي أسكنت ما بين 25 - 30 مليونا من البشر في رفاهية ونعيم ضربت بها الأمثال لقد بالغ الأجانب في وصف خصوبتها.

تلوث الهواء Air pollution

يعتبر الهواء من اساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافياً لهلاك الإنسان. لذا اصبح موضوع تلوث الهواء في مقدمة الموضوعات التي تثير الاهتمام ليس في اوساط العلماء المختصين فحسب بل في الاوساط والمؤسسات الحكومية كافة وحتى بين المواطنين.

وقد انشغل العديد من المشرعين في بلدان العالم في سن القوانين المتعددة من اجل المحافظة على نظافة الهواء والوقاية من تلوثه وبالتالي حماية البيئة من التلوث. ان ما يزيد موضوع تلوث الهواء خطورة تأتي في ضعف الوسائل العلمية والتقنية المستخدمة للإقلال أو التخلص منه رغم التقدم الكبير الحاصل اخيراً.

لقد اصبحت مشكلة تلوث الهواء أكثر وضوحاً عندما ازدادت معدلات نمو السكان والمدن وزيادة التقدم الصناعي والتكنولوجي.

تكمن خطورة الهواء عند تلوثه في كونه قد لا يرى ولكن الإنسان يأخذه عن طريق جهاز التنفس وهذا يعني إمكانية وصوله إلى الدم ومن ثم إلى المراكز الحساسة في الجسم خلال عدة ثوان وإحداث تأثير بايولوجي فيه ومن دون إدراك الإنسان لذلك.

ان الاثار الضارة للتلوث الهوائي لا تعود إلى كمية المواد المنبعثة بقدر ما

تعود إلى تراكيزها في هذه الاجواء. فقد تنتشر كميات قليلة وبتراكيز عالية ضمن مساحة محدودة فتحدث تلوثاً كبيراً تفوق اضراره على الحالة التي لو تنتشر فيها لمساحات أوسع.

طبيعة الغلاف الجوي:

يتكون الغلاف الجوي من مزيج من الغازات التي تغلف الكرة الارضية بارتفاع يصل بين (80– 100)كم فوق سطح الارض. وتتركز معظم كتلة الغلاف الجوي (99.9٪) دون ارتفاع حوالي (50كم).

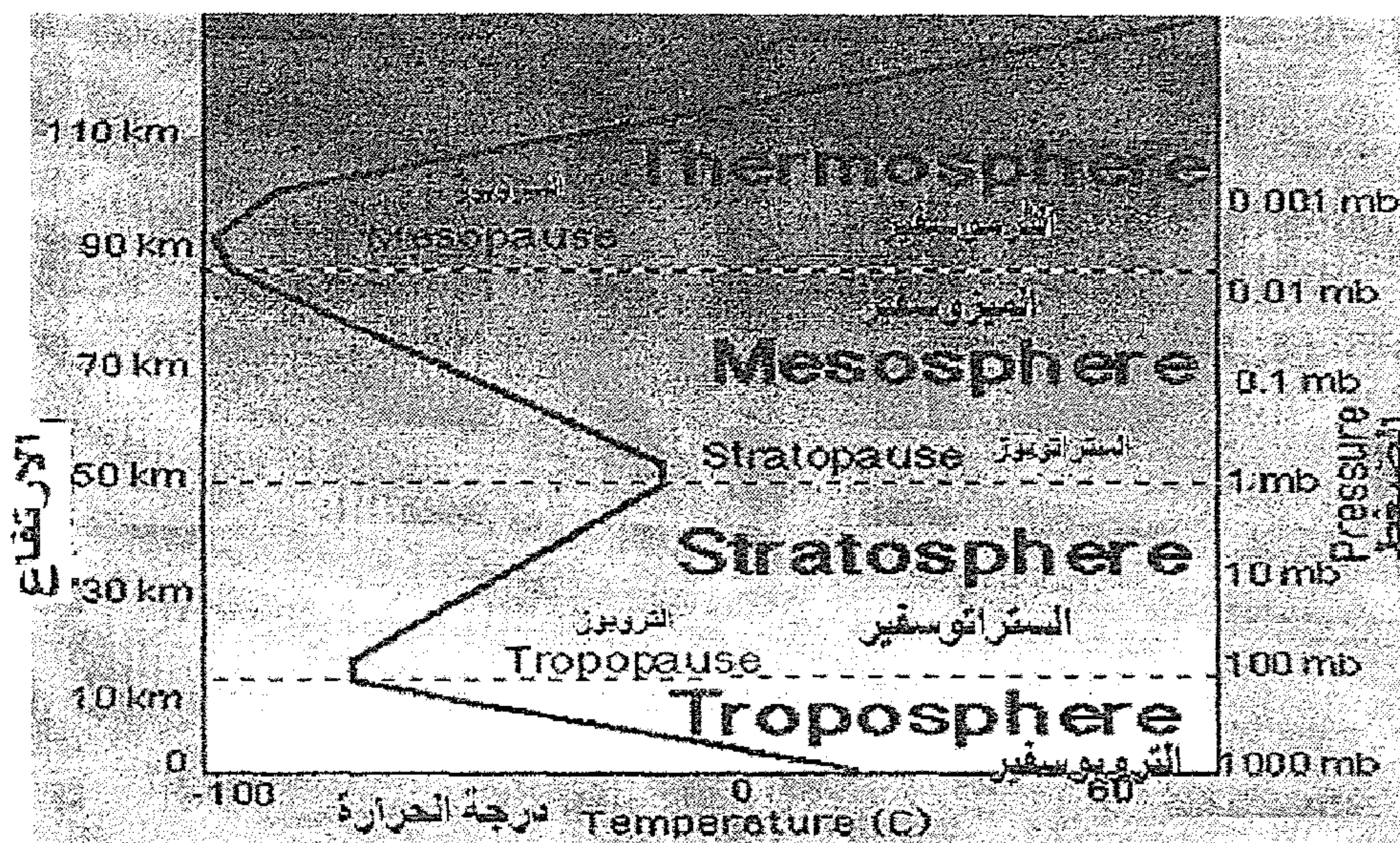
فالهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجو الاقرب إلى سطح الارض والذي عندما يكون جافاً وغير ملوثاً فإنه يتالف من عدة غازات اهمها من حيث النسبة هو غاز النتروجين (N_2) الذي يؤلف (78.09٪) ويليه غاز الاوكسجين (O_2) الذي يؤلف (20.94٪) ثم مجموعة كبيرة من الغازات بنسب ضئيلة. علماً ان بخار الماء وغاز ثاني الكاربون يختلفان كمياً حسب ظروف عوامل معينة. حيث تبلغ نسبة (0.5) جزء بالمليون. ونسبة غاز الاوزون (O_2) هي (0.02) جزء بالمليون.

يقسم الغلاف الجوي عادة إلى اربع طبقات هي:

1. طبقة التروبوسفير Tropsphere
2. طبقة الستراتوسفير Stratosphere
2. طبقة الميزوسفير Mesosphere
4. طبقة الثروموسفير Thermosphere

المصادر

Seki ،K.; Elphic ،R. C.; Hirahara ،M.; Terasawa ،T.; Mukai, T.(2001)و .Weaver ،D.; Villard ،R. (2007)



شكل (48) طبقات الغلاف الجوي

وهناك طبقة تتداخل مع الطبقة الثالثة من جهة والطبقة الرابعة من جهة أخرى حيث تشغل الجزء العلوي من طبقة الميزوسفير والجزء السفلي من طبقة الثرموسفير وتدعى هذه الطبقة بطبقة الايونوسفير Inonsphere ويعود سبب هذه التسمية لوجود الايونات الحرة فيها.

مما تقدم يمكن القول ان طبقة Troposphere تضم (75٪) من كتلة الهواء الكتلية بينما تحوي طبقة الـ Stratosphere حوالي (24.9٪) من كتلة الهواء. وتتوزع النسبة الباقية (0.1٪) بين الطبقتين الاخيرتين.

المصادر الرئيسية للتلوث الهوائي:

يمكن تلخيص أهم مصادر تلوث الهواء بما يأتي:

1. احتراق مختلف اشكال الوقود للحصول على الطاقة للاستخدامات الصناعية والتجارية والمنزلية.
2. الملوثات المطروحة من قبل مختلف وسائط النقل التي تستخدم البنزين أو الديزل.
3. الفضلات الغازية والغبار والحرارة والدقائق المتطايرة والمواد المشعة وبعض العناصر التي تنفث إلى الاجواء من مداخن المعامل والمصانع ومن المبيدات.

أنواع الملوثات في الهواء:

يمكن تقسيم الملوثات في الهواء إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

اولاً: الدقائق: Particulates

يقصد بالدقائق كافة المواد المنتشرة في الهواء سواء كانت دقائق صلبة أو مطيرات سائلة عالقة في الهواء. وتتنوع اشكال الدقائق وتركيها الكيمياوي وتأثيراتها السمية أو الصحية وتعتمد حركتها وبقائها في الهواء وكذلك العمق الذي تدخله في الجهاز التنفسي على قطر هذه الدقائق أو القطيرات. ان الغالبية العظمة من الدقائق هي ذات منشأ طبيعي مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الاراضي الجرداء والصحارى. اما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وانتاج الطاقة وانتاج الاسمنت وطحن الحبوب وغيرها أو في المواصلات وما ينبعث عنها من كميات كبيرة ما لدقائق

الكاربونية التي تدعى بالسخام soot وقد تصدر من رش المبيدات في الحقول فضلاً عن عمليات الانشاء والبناء وتعبيد الطرق وغيرها.

ان أهم انواع المجاميع الرئيسية للدقائق في الهواء هي:

1. دقائق الرمل Sand particles: وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن (500) ميكرون اي (0.5) ملم.
2. الغبار Dust: وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين (25– 200) ميكرون.
3. الدخان Smoke: وهو عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق لا يزيد قطرها عن (2) ميكرون ويشكل الكاربون غالبيته العظمى.
4. الهباء الجوي Aerosol: وهي الدقائق الصلبة أو السائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها عن (1) ميكرون.
5. الضباب Mist: يشمل الضباب كل من القطيرات السائلة والعالقة في الهواء التي تصل اقطارها إلى (100) ميكرون احياناً ويدعى الضباب الملوث كيمائيا بالضباب الدخاني أو الكيميائي (السديم) smog.
6. السخام Soot: وهو عبارة عن جزئيات الكاربون المتناهية الدقة التي تتجمع بصورة سلاسل طويلة.
7. حبوب اللقاح Pollen Grains: يلاحظ في الربيع تكثر جسيمات تنطلق من النباتات الزهرية التي هي حبوب اللقاح. وتمتاز دقائقها بكبر حجمها. وقد يتعرض بعض السكان إلى اعراض حالات من الحساسية الجلدية أو تورم العينين أو رشح الانف وغيرها.

توجد في الهواء الـذي نستنشـقه كميـات متنوعـة مـن الغبـار المتـأتي مـن الصناعات المختلفة. من الناحية الاخرى تهب العواصف في المناطق الجافة وشبه الصحراوية وتثير كميات هائلة من الغبار الذي يؤدي إلى في بعـض الحـالات إلى تقليل مجال الرؤية ويؤثر بطريقة مزعجة على تنفس كثير من الناس ويلاحـظ في بعض المناطق الصحراوية ان العواصف تتكـرر مـرات عديـدة في السـنة وعلـى سبيل المثال ريح الشـمال المعروفـة في المملكـة العربيـة السـعودية تكـون جارفـة للاتربة والرمال الناعمة وقد تهب احيانا بسرعة 60 كيلو مترا في الساعة وتحدث احيانا مرات عديدة في الشهر الواحد.

عند التشريح الطبي للعديد من الناس المتوفين من الذين يقطنون الصحراء الافريقية المعرضة للعواصف التي تتكرر مرات عديدة في السنة. وجدت كميـات كبيرة من الرمال في رئات هؤلاء الناس. ومـن الامـور الخطـرة والمتعلقـة بتـأثير الغبار على الصحة وجود غازات أخرى معه مثل غـاز ثـاني اوكسـيد الكبريـت (SO_2) في المناطق المعرضة للتلوث بالغبار سـواء اكـان هـذا الغبـار مـن مصـدر طبيعي ام صناعي فقد اثبتت الدراسات على الناس الذين تعرضـوا إلى كـوارث بيئية ان تأثير هذين الملوثين يؤدي إلى خطورة كبيرة على الجهاز التنفسي مباشـرة وعلى القلب بصورة غير مباشرة.

ولابد وان كل واحد ما قد احس بالغبار في عينيه وانفـه وفمـه ومـا هـذه التأثيرات الخارجية الا شيء بسيط اذا مـا قورنـت بمـا يمكـن ان يحـدث للجهـاز التنفسي بعد التعرضات المتعددة للتلوث من هذا النوع.

قد يحتوي الغبار الصناعي على مركبات الرصـاص والاسمنـت والمنغنيـز

والبريليوم والزرنيخ والنحاس والخارصين وذلك يتوقف على نوعية المنشأت الصناعية المسببة للغبار، وبما ان وقود السيارات (الكازولين) يحوي على 3 إلى 4 $سم^{2}$ من مادة رابع اثيلات الرصاص في كل غالون لذا فالسيارات بانواعها هي مصدر كبير للتلوث والتسمم بالرصاص. تضاف هذه المادة لتقليل الفرقعة في اثناء حرق الوقود.

قامت هيئة حماية البيئة الامريكية باجراء دراسات وتجارب على كمية الرصاص المسموح بها في الهواء ووجد ان التركيز الذي يتعدى 2 مايكروغرام (2 بالمليون من الغرام) بالمتر المكعب يمكن ان يؤدي إلى خطورة وتأثيرات فيزيولوجية لاكثر الناس. وجد في عام 1972 وبعد اجراء احصائية في الولايات المتحدة ان 27 مدينة هناك يكون تركيز الرصاص في هوائها اعلى من الحد المذكور، فمثلا كان التركيز فيمدينة لوس انجلوس 5.7 مايكروغرام/ $م^{3}$ وفي شيكاغو 3.6 وفي ميامي 2.1 وفي مدينة اوكلاهاما 2.1 مايكروغرام/ $م^{3}$.

كانت هيئة الغذاء والادوية الامريكية قد حصلت على تشريعات من قبل الحكومة الامريكية بمنع وجود الرصاص في المنتوجات الصناعية عامة والخلفيات لاصدار هذه التشريعات حدوث ما معدله 200 اصابة سنوية بالتسمم بمركبات الرصاص الداخلة في صناعة الاصباغ المختلفة وكذلك يقدر عدد الاطفال الذين يحوي دمهم على تراكيز خطرة من الرصاص بنصف مليون طفل في امريكا وبعد الدراسة عن اسباب ذلك وجد ان العدد الاكبر من هؤلاء الاطفال كانوا يعيشون في بيوت قديمة مبنية قبل الحرب العالمية الثانية ومصبوغة بمواد تحوي على ما يقرب من 2٪ من وزنها مركبات رصاص في تركيبها وقد لوحظ ان الصبغ القديم يتساقط من البناء على شكل حراشف ذات طعم حلو جذاب للاطفال.. ولكن من الناحية الثانية تدعي الجمعية الوطنية الامريكية للاصباغ

والطلاء انه لا يوجد ما يعوض كفاءة الرصاص كمواد مجففة للاصباغ في الوقت الحاضر.

ان العاملين في الصناعة هم اكثر الناس تعرضا لمخاطر التلوث لان الملوثات تتركز بصورة غير عادية في محيط العمل وعلى سبيل المثال نرى ان العاملين في مناجم الاسبست هم اكثر الناس تعرضا لمخاطر الاصابة بالامراض السرطانية ومن الامثلة الاخرى تكون امراض خطرة في الرئة ومن النوع المزمن لدى العاملين الذين يتعرضون لعنصر البريليوم أو مركباته. كما ان بعض الناس الذين تعرضوا إلى المنغنيز أو مركباته (وكما لوحظ فعلا في النرويج) يصابون بمرض ذات الرئة بدرجات اعلى من الحالة الطبيعية. تحوي اجواء المدن المزدحمة بالسكان ووسائط النقل على مركبات الرصاص ومواد أخرى ناتجة من احتراق المواد الصلبة والوقود السائل والغبار الصناعي الناتج من صناعات التعدين والصناعات المتعلقة بالاسمدة والمواد الانشائية وعمليات طحن الحبوب ومن عمليات صناعية اخرى.

يتم قذف كميات كبيرة من مبيدات الحرات والافات النباتية والقوارض في هواء المدن وغالبا بكميات اكثر من المطلوب وقد اثبتت نتائج البحوث واعتمادا على طبيعة هذه المواد كونها تحضر اساسا من المركبات العضوية الحاوية على كلور في تراكيبها (ذلك في قسم منها) والقسم الاخر قد يحوي كبريت وفوسفور وغيرها وان هذه الانواع من المركبات الكيمياوية لها مخاطر كبيرة وتأثيرات تراكمية (لبعضها) ومما يؤدي إلى ارباك العمليات الفيزيولوجية في الكائنات الحية غير المقصودة (غير المستهدفة) من استعمال هذه المواد.

تكون المواد المشعة عادة مصدرا للغازات المشعة ويمكن ان تنتج اشعاعات

لها القابلية على تأين المحاليل في اجسام الكائنات الحية ومن هذه الاشعاعات الفا وبيتا وكاما. تسبب النظائر المشعة خللا في تكوين الدم وتؤدي احيانا إلى سرطان الدم وامراض النزيف الدموي وكذلك تؤدي إلى سرطان مخ العظام والى تشويهات جنينية بدرجات متفاوتة وقد تسبب العقم لدى بعض الناس الذين يتعرضون لها ومن اهم مصادر الاشعاع والتي يسبب تسربها تلويثا خطرا للهواء ما يأتي:

1- الغبار الذري المتساقط بعد الانفجارات النووية في الجو.

2- البحوث في المجالات الذرية وكذلك التطبيقات الصناعية في هذه المجالات.

3- مفاعلات توليد الطاقة الكهربائية المسيرة بالوقود النووي.

4- استعمال النظائر المشعة في الصناعة والزراعة.

ومع هذا فان الصناعة الذرية لم تسبب كوارث بيئية كبيرة لحد الان وان التعامل معها تحت سيطرة تامة وذلك لعظم المخاطر الممكنة منها وقد حرصت الحكومات والهيئات العلمية في مختلف انحاء العالم على وضع تقييدات شديدة حين الضرورة للتعامل مع هذه الصناعة. الا ان هذه السيطرة ومهما كانت شديدة لم تمنع حدوث انفجار في محطة لتوليد الطاقة الكهربائية مسيرة بالوقود النووي وكما حصل اخيرا في الاتحاد السوفيتي حين انفجر المفاعل في محطة جرنوبيل في نيسان 1986 وكما حدث عدة مرات في الولايات المتحدة ايضا.

ان من اهم اسباب الاهتمام بتلوث الجو بالغبار ما يأتي:

1- قابلية بعض دقائق الغبار على اختراق الجهاز التنفسي.

2- النشاط الترافقي للغبار مع عدد من ملوثات الهواء الغازية مثل اكاسيد الكبريت واكاسيد النتروجين.

3- زيادة تركيز الغبار في الجو تؤدي إلى زيادة تلبد السماء بالغيوم وزيادة في انعكاس الاشعاع الشمسي إلى الفضاء قبل الوصول إلى سطح الارض وبكلمة أخرى يؤدي إلى زيادة انخفاض معدل درجة حرارة سطح الارض.

4- قابلية تكون غبار صناعي من الملوثات الغازية مثل الكبريتات المتسببة من غاز SO_2 والنترات من غاز NO_2.

أ- حجوم الدقائق:

تقاس حجوم الدقائق بالمايكرون والذي يساوي جزءا واحد من عشرة الاف جزء من السنتمتر (10سم) يتراوح حجم الدقائق من 0.0002 ميكرومتر- أي اكبر قليلا من حجوم الجزئيات والى حد 5000 مايكرومتر ويبين الشكل () حجوم بعض الدقائق المتداولة في الحياة اليومية موضحا علية مصادر وحجوم الدقائق ذات التأثيرات الصحية الخطرة.

تتصرف الدقائق الصغيرة (اصغر من 0.1 مايكرومتر) مثل الجزيئات وتكون حركتها عشوائية بسبب ارتطامها بجزيئات الغازات وقد تتصادم مع بعضها مكونة تجمعات كبيرة نوعا ما. تتصرف الدقائق في المجال الحجمي اكبر من المايكرون الواحد بطريقة مختلفة ويكون للجاذبية الارضية تأثير عليها وتركد اخيرا على سطح الارض بسبب ذلك. وتتأثر الدقائق في المجال الحجمي اكبر من 10 مايكرومتر بدرجة اعلى بالجاذبية الارضية ولا تبقى الا فترات وجيزة معلقة في الهواء في الظروف الاعتيادية وعليه فان التلوث المحسوس بالغبار يتضمن الدقائق ذات الحجوم بين 0.1 والى 10.0 مايكرومتر.

تركيز الدقائق والحدود المسموحة للتعرض لها:

ان الوحد لقياس تركيز الدقائق هي المايكروغرام بالمتر المكعب ولا تستعمل الوحدة جزءا بالمليون لانها تتعامل مع مادة صلبة في غاز وليس غازا في غاز اخر.

يجب ان لا يتعرض الشخص لتركيز من الدقائق يزيد عن 75 مايكروغرام/ م^3 لمعدل سنوي أو تركيز لا يزيد عن 260 مايكروغرام/ م^3 خلال 24 ساعة حسب التشريعات الامريكية المستخلصة من دراسات وكالة حماية البيئة في ذلك البلد.

تظهر معظم الدراسات ان تركيز الدقائق (الغبار) في المناطق المأهولة بالسكان وبالصناعات والمعامل يزيد على ثلاثة اضعاف التركيز في المناطق الريفية وهذه هي الحالة الطبيعية في الدول الخضراء المغطاة بالاحراش الطبيعية والخضرة من زراعة الانسان اما في الدول الصحراوية الجافة مثل بلادنا فقد لا تكون الحالة كما ذكرناه في اعلاه نظرا لسهولة اثارة الغبار الطبيعي في الارياف مقارنة بالمدن العامرة المرصوفة والمبلطة والمزروعة.

تأثير الدقائق على الانسان:

تتأتى الخطورة من تعرض الانسان إلى دقائق الغبار- خاصة الصناعي منه- وهذه الدقائق لها قابلية على اختراق الجهاز التنفسي، تستطيع الشعيرات الرئوية كبس الدقائق ذات الحجوم اعلى من 0.5 مايكرومتر اما الدقائق الاصغر فبأمكانها اختراق اعماق الرئة والبقاء هناك اياما واسابيع وحتى سنين عديدة وهناك ثلاثة مصادر للخطورة تتسب بها الدقائق.

1- بعض الدقائق غير سامة بحد ذاتها ولكنها تعرقل ميكانيكية ازالة الدقائق الاخرى السامة.

2- قد تكون الدقيقة حاملة لمادة سامة ملتصقة أو ممتزجة عليها تحملها معها إلى الرئة (مثل SO أو NO).

3- قد تكون الدقيقة سامة بحد ذاتها وتؤثر مباشرة على الرئة والشخص المستنشق لها وهناك مصادر عديدة لمثل هذه الدقائق وكما اسلفنا سابقا.

ملوثات الهواء تسبّبُ تأثيراتَ مُزمنةَ بعد فتراتِ طويلةِ مِنْ التعرّضِ ومن أهمها الأمراضَ التنفسيةَ والقلبي والوعائيَ (قلب وجهاز دوران). تسبب الاصابة بالربو والتهاب القصبات

مما يتطلب الادخال إلى للمستشفى وعند تطور التاثير ربما يحدث السرطان واخيرا الموت (UNEP, 2007)

جدول (7) دقائق الملوثات وحجم الدقائق (مايكرون) والتأثيرات الصحية المرئية في مدينة بغداد (بعد Abdulla and Hussien,2008)

دقائق الملوثات	حجم الدقائق (مايكرون)	التأثيرات الصحية المرئية
دقائق التربة	< 2 - 2000	
الرمل	50 -- 2000	
الغرين الطين + المواد المرافقة	2 -- 50 < 2	امراض الرئة و القلب وامراض الحساسية
شعر الانسان	10 --100	
البكتريا	1.5 --10	

التأثيرات الصحية المرئية	حجم الدقائق (مايكرون)	دقائق الملوثات
	1.5 --100	الضباب
	1.2 -- 1.5	الضوء المرئي
	0.001 –0.01	الفايروسات
	1.2 – 0.01	دخان السيارات
أنواع الحساسية والسرطان	1.2 -- 100	دخان الفحم
أنواع الحساسية والسرطان	0.01 --1.0	دخان النفط
أنواع الحساسية والسرطان	0.005 –1	دخان السكاير
أنواع الحساسية والسرطان	0.01 --1.0	دخان الطائرات الحربية
أنواع الحساسية والسرطان	0.01 --1.0	دخان الانفجارات
	1.2 --150	الرماد
الرئة والقلب وامراض الحساسية	1.2 --100	غبار السمنت
الحساسية	10 --100	سبورات حبوب الطلع
السرطان وتكون امراض ومشاكل وامراض غريبة		التلوث الاشعاعي + المواد المرافقة
	0.05 – 0.15	الاملاح

تأثير الدقائق على النباتات:

اجريت دراسات قليلة في هذا المجال، منها الدراسة التي اكملت عام 1966 حول تأثير غبار السمنت على النباتات، فقد تبين ان السمنت يؤدي إلى تكوين طبقة لا عضوية صلبة على سطح الورقة بوجود الرطوبة والتي تمتص من الورقة نفسها ويؤدي هذا التأثير إلى عرقلة عملية التركيب الضوئي ويؤدي ايضا إلى

ايقاف نمو النبات وقتله في النهاية. ان سقوط وتراكم بعض الدقائق السامة على النباتات يؤثر على الحيوانات التي تتغذى على هذه النباتات وقد ينتقل التأثير اخيرا إلى الانسان الذي يتغذى على هذه الحيوانات. أي ان السمية تنتقل إلى الانسان عن طريق السلسلة الغذائية.

تأثير الدقائق على الممتلكات:

تسبب الدقائق المعلقة في الهواء تأثيرات تخريبية متنوعة لممتلكات الانسان وقد تشمل هذه الدقائق الغبار الطبيعي. ولكن الذي يهمنا اكثر هي الدقائق من صنع الانسان أي الغبار الصناعي بمكوناته العديدة الخطرة ومن ضمنها دقائق الكاربون (الدخان) والروائح والابخرة ودقائق المعادن الثقيلة والمشعة والحاملة لمواد سامة. تعتمد درجة ونوع التخريب الذي تحدثه الدقائق على التركيب الكيمياوي والحالة الفيزياوية لها. ويكفي تراكمها على المواد والحاجات المختلفة ان يحتم تنظيف هذه الحاجات وازالة الغبار منها مما يؤدي إلى اختزال عمرها والى افقادها بعض اهم صفاتها. من الناحية الاخرى تؤدي الدقائق إلى تخريبات كيمياوية عندما تكون لها القابلية على احداث التآكل. وقد حدثت تخريبات كبيرة في الابنية التاريخية والتماثيل والنصب التي تمثل بعض الجوانب المشرقة في التاريخ البشري من جراء هذه التأثيرات. ولقد اظهرت جميع الدراسات ان المواد والمملكات تتلف بسرعة متزايدة في اجواء المدن الكبيرة المزدحمة مقارنة بمثيلاتها في القرى والارياف البعيدة عن مصادر الغبار الصناعي. ان من اهم التأثيرات في حياتنا اليومية تغيير الوان السطوح المصبوغة سواء اكانت معدنية مثل اصباغ السيارات ام الاضطرار إلى صبغ الدور بعد فترات وجيزة. كما تؤثر الدقائق (الغبار الصناعي) على الاقمشة والملابس خاصة تلك المصنوعة من القطن

والحرير والرايون الصناعي، فانهـا تتلـف بـالمواد الحامضـية الـتي تحملـها بعـض الدقائق كما ان بعض الانسجة لها القابلة على امتلاك شحنة كهربائيـة سـتاتيكية بالاحتكاكا وبذلك تزداد قابليتها على الاتسـاخ بتجميـع دقـائق الغبـار الحاملـة لشحنات معاكسة لها وان هذه الدقائق الاخيرة قد تعمـل علـى تحطيـم واتـلاف القماش الذي تجمعت عليه.

تـأثير الدقـائق على كثافة الاشعاع الشمسي:

تعمل الزيادة في تركيز الدقائق في الجو على تقليل كمية الاشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الارض حيث تمتص بعض الدقائق نسبة من هذا الاشـعاع وان نسبة أخرى تنعكس وتتشتت في الجو بسبب الدقائق ايضا. وكنتيجـة لـذلك يحصل ما يأتي:

1- تقليل مجال الرؤية.

2- التأثير على عملية التركيب الضوئي بسبب الانخفاض في كثافة الضوء.

3- خفض درجة حرارة سطح الارض.

بينت الحسابات ان المدن المزدحمة بالسـكان والصـناعات وبسـبب التلـوث العالي لاجوائها بالدقائق الصناعية فان نسبة اسـتلام مسـاحة معينـة مـن سـطح الارض في هذه المدن لا يتعدى 80٪ مما تستلمه مساحة مماثلة لها في الارياف وفي حالات التلوث العالية فقد لا تتعدى 70٪ وقـد تـؤدي إلى الاضـطرار لاشـعال النور الكهربائي في البنايات والدوائر والمعامل في اثناء النهـار وبـذلك يـؤدي إلى خسارة اضافية في الطاقة، ويجعل محطات توليد الطاقة تعمل اكثـر وتلـوث الجـو اكثر خاصة ان معظم هذه المحطات تستعمل وقودا ثقيلا مثل الفحم الحجـري أو زيت الوقود الثقيل واحيانا النفط الخام نفسه، وهذه الانواع من مصـادر الوقـود

هي المسؤولة الاولى عن التلوث بالدقائق الصناعية خاصة الدخان (دقائق الفحم) والرماد اللاعضوي.

كنا قد بينا سابقا في موضوع زيادة تركيز غاز CO_2 في الجو وحدوث ظاهرة البيت الزجاجي ان المخاوف تزداد بسبب تلك الحالة وان عصر اختناق حراري قد يحدث ولكن منذ بداية الاربعينات من هذا القرن ولحد الان قد حدث انخفاض تدريجي في معدل درجة حرارة الجو، وقد صاحب هذا الانخفاض زيادة تدريجية في كمية الغبار الصناعي في الجو، مما يدلل بقوة على العلاقة بين الحالتين، ومنذ بداية السبعينات من هذا القرن بدأت المخاوف المعاكسة تماما تهم العلماء وهي: هل ان الحالة في ازدياد الغبار في الجو ستقود إلى عصر جليدي يحل بسرعة غير معهودة في مناخ الارض، بحيث تكون سواحل اوربا الجنوبية ضمن الدائرة القطبية للقطب الشمالي، هناك مؤشرات في هذا الاتجاه خلال السبعينات والثمانينات وليس في مقدور احد التكهن بما ستكون عليه الحالة في نهاية القرن.

جدول (8) المدن الاكثر تلوثا بالدقائق PM حجم ($\mu g/m^3$) بالعالم

المدينة/ الدولة	PM ($\mu g/m^3$) حجم
Cairo, Egypt	168
Delhi, India	150
Kolkata, India (Calcutta)	128
Tianjin, China	125
Chongqing,China	123
Kanpur, India	109
Lucknow, India	109
Jakarta, Indonesia	104
Shenyang, China	101

المصدر "World Bank Statistics. 2010" ◆

ثانياً: الملوثات الغازية Pollutant Gases وتشمل:

1. الهيدروكاربونات Hydrocarbons.

تتألف الهيدروكاربونات كما يدل عليها اسمها من الكربون والهيدروجين وهي عبارة عن مركبات عضوية غازية أو سائلة أو صلبة. ولا تعد الهايدروكاربونات مواد ملوثة خطيرة بذاتها باستثناء الانواع الاروماتية منها، غير ان خطورتها تكمن في تفاعلاتها اللاحقة مع الملوثات الاخرى وبوجود اشعة الشمس والاوكسجين والمواد الاخرى.

تنبعث الهايدروكاربونات نتيجة لنوعين من العمليات هما:

أ. الاحتراق غير التام.

ب. التبخر.

الهيدروكربونات والمؤكسدات الكيمياوية الضوئية

تتكون الهيدروكاربونات وكما يدل اسمها من الكاربون والهيدروجين وتعد الانواع المعروفة منها بالمئات وتوجد في جميع الاطوار- الغازية والسائلة والصلبة- ولا تعد الهيدروكاربونات بحد ذاتها موادا ملوثة خطرة- عدا القليل منها خاصة الاروماتية- ولكن تكمن خطورتها في تفاعلاتها اللاحقة مع الملوثات الاخرى وبوجود ضوء الشمس والاوكسجين ومواد أخرى في الجو.

تصنف المواد الهيدروكاربونية عادة إلى مركبات اليفاتية (aliphatics) وقد تكون هذه المركبات مشبعة أو غير مشبعة والى مركبات اروماتية وقد تكون احادية، ثنائية، أو متعددة الحلقة الاروماتية.

أ- **مصادر الهيدروكاربونات:**

ان المصادر الرئيسة للهيدروكاربونات وكما هي الحال مع غازي CO وNO هي مصادر طبيعية لا دخل للانسان فيها تنتجها عمليات التفسخ البكتيري لاشكال الحياة الميتة وللمركبات العضوية واهم ما تنتجه هذه العمليات من المواد الهيدروكاربونية هو غاز الميثان الذي تقدر كميته في جميع انحاء العالم بـ310 مليون طن في السنة نتيجة عملية التفسخ البكتيري في المستنقعات والاحراش والغابات. تنفث الاشجار الكبيرة مركبات هيدروكاربونية كبيرة الجزئية مثل التربيات والهيمي تربينات (α- باينين والايزوبرين) وتقدر كمية هذه المواد على مستوى العاليم بـ170 مليون طن في السنة. ولابد ان نذكر ان هناك نسبة (ولو قليلة) من الهيدروكاربونات تنتج طبيعيا من بعض الفعاليات الجيولوجية الحرارية. تنتج فعاليات الانسان المختلفة على المستوى العالمي ما يقدر بـ 88 مليون طن في السنة من المواد الهيدروكاربونية، ينتج معظمها من العمليات المتعلقة بالصناعات النفطية والغاز الطبيعي والفحم الحجري.

II- **المؤكسدات الكيمياوية – الضوئية (Photochemical Oxidants)**

لا تتسبب التأثيرات الخطرة المؤدية عموما من المركبات الهيدروكاربونية بحد ذاتها. ولكن من نواتج تفاعلاتها مع مركبات أخرى في الجو. ان التفاعلات التي تحدث في الجو وتؤدي إلى تكوين ما يعرف بالمؤكسدات الكيمياوية- الضوئية. عديدة ومعقدة ولا زال معظمها لم يفهم بعد. الا ان بعض المؤشرات بدأت تتوضح وكما يأتي:

أ- هناك دور رئيس للدورة الكيمياوية الضوئية لثاني اوكسيد النتروجين (NO_2) التي تم التطرق اليها سابقا والتي تتضمن التفاعلات المتسلسلة.

ب- تتنافس المركبات الهيدروكاربونية مع بقية العوامل في الدورة للتفاعل مع الاوكسجين الذري (O) والاوزون (O_3) الناتجة من التفاعلين (1) و(2) المذكورين في اعلاه وينتج من ذلك جذور حرة فعالة جدا.

ج- تنتج الجذور الحرة المتكونة في (ب) مزيجا معقدا بتفاعلها مع العديد من المواد وبضمنها جذور حرة اخرى، ملوثات هوائية، ومكونات الهواء الاعتيادية... وهذه الخلطة المعقدة من الملوثات الخطرة التي تظهر في الساعات الاخيرة من النهار تعرف عادة بالـ photochemical SMOG الذي يعني مجازا الضباب الكيمياوي الضوئي- ويكون لونه مائلا إلى البني المحمر.

لا يكون للمركبات الهيدروكاربونية الاليفاتية المشبعة الا دور ضعيف في تكوين الضباب الكيمياوي الضوئي واما غاز الميثان فلا يكاد يكون له أي دور في هذا الخصوص ولهذا يوجد بتراكيز عالية في اجواء المدن المزدحمة مقارنة ببقية المركبات الهيدروكاربونية. من الناحية الاخرى فان المركبات الهيدروكاربونية غير المشبعة (الاوليفينية والاسيتيلينية والاروماتية) فعالة جدا وتعطي التفاعلات المتسلسلة المذكورة في ادناه مثالا على تفاعل مادة هيدروكاربونية غير مشبعة مع غاز الاوزون لانتاج مادة نترات البيروكسي أسيل وبوجود ثاني اوكسيد النتروجين (أي ان هناك تداخلا شبه تام مع عوامل الدورة الكيمياوية الضوئية لـ(NO_2).

تتباين تراكيز المواد التي تشترك في انتاج المؤكسدات الضوئية وتكوين الضباب الكيمياوي الضوئي وتتغير وبانتظام يومي حسب ساعات النهار.

ويتزامن هذا التغيير حسب ساعات اليوم الاربع والعشرين مع فعاليات الانسان لانتاج الملوثات الاولية المسؤولة عن العملية (NO_2 والهيدروكاربونات) ومع متطلبات ضوء الشمس وازدياد شدته التدريجي والذي يعد عاملا اساسيا في انتاج نترات البيروكسي اسيل (PAN) والاوزون (O_3).

عند دراسة التغييرات الحاصلة في تراكيز المكونات المسؤولة عن تكوين المؤكسدات الضوئية في مدينة لوس انجلوس الامريكية التي تقع على خط عرض يقارب خط العرض نفسه الذي تقع عليه مدينة بغداد- أي ان طول النهار يقارب ذلك في بغداد.

1- يبدأ تركيز اوكسيد النتروجين (NO) في الجو بالازدياد مع ابتداء تزايد حركة السيارات في الشوارع في ساعات الصباح المبكرة.

2- عند شروق الشمس يبدأ غاز ثاني اوكسيد النتروجين (NO_2) الموجود في الجو من اليوم السابق بالتفكك الضوئي أي ان هذا التفاعل ينتج الاوكسجين الذري ويزيد من تركيز NO في الجو. ويتسبب الاوكسجين الذري في تكوين الاوزون وكذلك في تكوين الجذور الحرة.

3- زيادة في تركيز المؤكسدات الضوئية وبضمنها الاوزون- مع زيادة تركيز NO في الجو.

4- تؤدي زيادة NO_2 وزيادة اشعة الشمس عند الساعة الثامنة صباحا إلى زيادة في تركيز الاوزون في الجو.

5- عند الساعة العاشرة صباحا يكون تركيز NO قد انخفض كثيرا بسبب تفاعلاته مع بعض الجذور الحرة وهذا بالتالي يقلل من اهمية التفاعل (أي أن هذا التفاعل يحدث بنسبة واطئة جدا).

6- في ساعات ما بعد الظهر تتحول معظم الهيدروكاربونات إلى مركبات الاخرى مؤكسدة (أنواع من الـPAN) وبذلك يقل تركيز الهيدروكاربونات في الجو.

7- في الوقت نفسه يقل تركيز الاوزون ايضا بسبب تفاعلاته مع ملوثات الهواء ومع ما يوجد على سطح الارض من مرافق الحياة والنباتات وغيرها.

فيما عدا غاز الميثان، يقع معدل تركيز الهيدروكاربونات في هواء المدن المزدحمة بالسكان والسيارات بين 0.03 إلى 0.1 جزء بالمليون ويكون تركيز الميثان اعلى من ذلك بكثير بسبب عدم اشتراكه في التفاعلات الضوئية المسؤولة عن انتاج المؤكسدات الكيمياوية الضوئية.

اثبتت القياسات الدقيقة ان تركيز الاوزون في اجواء المدن الملوثة يكون اعلى ما يمكن عند احتواء هذه الاجواء على تراكيز عالية من المؤكسدات الضوئية. كما اثبتت القياسات ايضا ان تراكيز عائلة مركبات نترات البيروكسي اسيل تتغير بعلاقة طردية مع تغيير تركيز الاوزون في الجو، وهذا كله يثبت العلاقة المباشرة بين هذه الملوثات والميكانيكية المشتركة لانتاجها. ولغرض زيادة التوضيح والاطلاع على اشكال مختلفة من المؤكسدات الكيمياوية الضوئية.

III- تأثير الهيدروكاربونات والمؤكسدات الكيمياوية الضوئية على النباتات:

من بين المركبات الهيدروكاربونية العديدة لا يلاحظ تأثير مباشر لها على النباتات عدا غاز الاثيلية، ويكون تأثيره على توقف نمو النبات وموت الاجزاء الحاملة للزهرة وبتراكيز لهذا الغاز لا تتعدى جزءا واحدا بالمليون وقد تكون اقل من ذلك.

من الناحية الاخرى يكون للمؤكسدات الضوئية (O_3 وPAN) تأثيرات كبيرة على النباتات.

ويجب ان نذكر ان التراكيز عالية لغاز الاوزون تكون متوقعة في اجواء المدن المزدحمة وقد سجلت تراكيز عالية في بعض المدن في الولايات المتحدة مثل مدينة لوس انجلوس (0.26 جزء بالمليون) ومدينة فيلادلفيا (0.18 جزء بالمليون).

اظهرت التجارب المختبرية ان تعريض النباتات إلى تراكيز من PAN تتراوح بين 0.02 إلى 0.05 يكفي للتأثير السلبي على العديد منها ومن اشد النباتات تأثيرات بنترات البيروكسي اسيل، الحمضيات ونباتات علف الماشية ونباتات السلاطة (الطماطة، الفلفل الاخضر، الفجل الاحمر والخس والكرافس) وكذلك تؤثر مركبات PAN على الاشجار الصنوبرية.

IV- تأثير الهيدروكاربونات والمؤكسدات الضوئية على الانسان:

ليس هناك خوف بصورة عامة من تأثير الهيدروكاربونات على الانسان بالتراكيز الموجودة فيها حاليا في الجو ولكن يجب ان لا ننسى انها اخذة بالازدياد. هناك تعميم اخر حول الهيدروكاربونات في ان الاروماتية منها اشد خطورة من الاليفانية وحتى في حالة المركبات الاروماتية فان خطورتها تظهر عند زيادة تراكيزها عن 25 جزءا بالمليون وان زاد التركيز عن 100 جزء بالمليون تكون هذه المركبات خطرة جدا ولتأكيد ذلك نبين النتائج المستحصلة عن تأثير البنزين والتلوين تتسبب المؤكسدات الكيمياوية الضوئية في تأثيرات خطرة بتراكيز واطئة جدا وكمثال على ذلك ان نترات البيروكسي اسيل (PAN) تؤدي إلى تخديش العين عند تركيز 0.7 جزء بالمليون وبعد التعرض لمدة (5) دقائق في حين يكفي

تركيز من نترات البيروكسي بنزويل (PB، N) لا يزيد عن 0.005 جزء بالمليون (أو 5 أجزاء بالبليون) لاحداث نفس التأثير (تخديش العين) بعد التعرض لمدة (5) دقائق.

جدول (9) تأثير البنزين والتلوين على الانسان

اسم المركب	التركيز PPM	التأثير
البنزين C_6H_6	100	تخديش الاغشية المخاطية
	3000	لايمكن الحمل اكثر من نصف ساعة
	3000	خطورة كبيرة عند التعرض اكثر من نصف ساعة.
	7500	مميت عند التعرض له من 10- 15 دقيقة.
	20000	تعب وضع وعدم التركيز بعد التعرض لمدة 8 ساعات
	200	فقدان السيطرة على الحركات الارادية وتوسع غير طبيعي لبؤبؤ العين بعد التعرض له 8 ساعات.
التلوين C_7H_8	600	

يؤثر الاوزون (احد المؤكسدات الضوئية) على الانسان بدرجة كبيرة ايضا وندون ادناه تأثيرات التراكيز المختلفة لهذا الغاز.

ولكن لابد وان نذكر ان التراكيز المذكورة في اعلاه اعلى بكثير مما هو مسجل عن تراكيز غاز الاوزون حتى في اكبر المدن ازدحاما (خاصة التراكيز التي تزيد عن 1.0 جزء بالمليون). وبخصوص التعرض إلى غاز الاوزون لفترات

طويلة فقد اظهرت التجارب المختبرية على تعريض بعض الحيوانات التي تركيز جزء واحد بامراض من غاز الاوزون ولمدة عام كامل. ان هذه الفترة من التعريض ادت إلى استحداث مركبات كاربونيلية (الديهايدات وكيتونات) ضمن تركيب جزئيات البروتين التي تؤدي إلى ارتباط هذه الجزئيات مع بعضها، وهذا التأثير هو من علامات الشيخوخة، أي ان التعريض الطويل (وحتى إلى تراكيز واطئة) من غاز الاوزون يؤدي إلى الشيخوخة المبكرة، وكذلك يؤدي إلى العجز الجنسي.

V- تأثير الهيدروكاربونات والمؤكسدات الضوئية على الممتلكات:

تؤثر الهيدروكاربونات خاصة الارومانية منها على العديد من ممتلكات الانسان والمنتجات الصناعية القابلة للذوبان في هذه الهيدروكاربونات، ولكن مهما كانت درجة هذه التأثيرات فهي لا تقاس بنسبة التأثيرات التخريبية الكبيرة للمؤكسدات الضوئية، وبشكل خاص غاز الاوزون الذي اولى اهتمام واسع من قبل كثير من الباحثين بسبب تأثيراته الضارة وبتراكيز قليلة- حتى اقل مما سجل عن تركيزه في اجواء المدن المزدحمة- والمنتجات التي تتأثر بالاوزون. المطاط (الطبيعي والاصطناعي) والبوليمرات العضوية والالياف النسيجية المختلفة. ويزداد التأثير كلما زادت نسبة الأصرة الثنائية في الجزئيات، ويتفاعل الاوزون مع اصرة الكاربون- الكاربون الثنائية بطريقتين:

أ- تحويل الاصرة الثنائية إلى آصرة احادية، ويؤدي هذا التفاعل بالنتيجة إلى فلودنزنك (Fluidising) المادة.

ب- ربط السلاسل البوليمرية مع بعضها (Cross lin king) مؤديا إلى زيادة صلابة البوليمر وتقليل ليونته- زيادة قابلية تكسره

ج- (More brittle).

لا يتأثر المطاط في حالة الارتخاء حتى وان حفظ لمدة طويلة في جو ملوث بالاوزون بسبب تكون طبقة رقيقة خارجية حافظة له تدعى اوزونات المطاط. اما في حالة الشد (مثل نفخ العجلات المطاطية للسيارات) فان تركيز ضئيلا من الاوزون في الجو وفي المجال 0.01 إلى 0.02 جزء بالمليون يكفي لاحداث تآكلات وتشققات في العجلة المطاطية.

تم حديثا تطوير مواد مضافة إلى المطاط (خاصة في صناعة عجلات السيارات لحمايتها من التأثر بالاوزون بالتراكيز الموجودة في الجو وكما هو متوقع. فقد ادى ذلك إلى زيادة في اسعار العجلات ومن ناحية أخرى فقد لوحظ ان المواد المضافة تنزاح تدريجيا إلى السطح الخارجي وهناك تفقد فعاليتها بمرور الزمن أو ان يحدث لها ازالة بسبب انسكاب الكازولين عليها من خلال مرور السيارات في محطات تعبئة الوقود، ويؤدي هذا إلى ترك العجلات المطاطية بدون حماية كافية.

2. غاز أحادي اوكسيد الكاربون CO

ينتج هذا الغاز من اتحاد الكاربون بالاوكسجين عند الاحتراق غير التام أو تحت ظروف معينة. ومصدر الكربون في هذه الحالات هو الوقود النفطي أو الفحم بأنواعه أو الغاز الطبيعي والتي تعد من الانواع الرئيسية لمصادر الطاقة على وجه الارض.

يعتبر غاز CO من اكبر الملوثات لأجواء المدة حيث ينبعث من الاحتراق غير الكامن للهيدروكاربونات. كما ينبعث من احتراق وقود السيارات. ويتميز هذا الغاز بقدرته على الاتحاد مع هيموكلوبين الدم HB مكوناً مركب

كاربوكسي هيموكلوبين COHB مما يؤدي إلى تقليل كفاءة الهيموكلوبين في حمل الاوكسجين، وبذلك تصاب الكائنات الحية ومنها الإنسان بالدوار ويزداد جهد القلب والتنفس.

غاز اول اوكسيد الكاربون

ينتج غاز اول اوكسيد الكاربون (CO) من عمليات الاحتراق غير الكامل سواء في الصناعة ام في التسخين المنزلي كما ان الشخص يمكن ان يلوث نفسه اختياريا بغاز (CO) بتدخين سيكارة واحدة. على ان من اهم مصادر التلوث بهذا الغاز هو مكائن الاحتراق الداخلي المستعملة في وساط النقل مثل السيارات والشاحنات والطائرات المروحية (غير النفاثة).

يعطي التلوث بغاز اول اوكسيد الكاربون اهتماما اساسيا في اكثر المدن الكبيرة في العالم التي تزدحم فيها وسائط النقل كثيرا وقد يظهر ذلك جليا اذا علمنا ان السيارة الواحدة تقذف ما معدله 0.16 باوند (حوالي 73 غرام) من غاز اول اوكسيد الكاربون لكل ميل تقطعه عند سرعة 25 ميلا في الساعة وحوالي 0.34 باوند (حوالي 145 غرام) عند سرعة 10 اميال في الساعة أي تزداد كمية (CO) كلما قلت السرعة بسبب عدم اكتمال الاحتراق.

لا يمكن الاحساس بغاز (CO) لا بالشم ولا بالطعم وليس له لون وهذا يضيف إلى خطورته. يعد هذا الغاز في الوقت الحاضر اكثر انتشارا في طبقات الجو السفلى (أي منطقة الحياة ومعيشة الانسان) من أي من ملوثات الهواء الاخرى وفيما يأتي بعض صفاته الفيزيائية:

1- درجة غليانه-192م

2- كثافته 96.5٪ من كثافة الهواء.

3- قابلية ذوبانه في الماء قليلة.

4- قابل للاشتعال ويحترق بلهب ازرق ولكنه لا يساعد على الاشتعال.

مصادر غاز اول اوكسيد الكاربون (CO)

تسهم العمليات الطبيعية وفعاليات الانسان في ضخ غاز اول اوكسيد الكاربون إلى الجو وزيادة نسبته في الهواء ولم تعط اهمية إلى المصادر الطبيعية لغاز (CO) الا حديثا واول اثبات لوجوده طبيعيا جاء عام 1949 ولم تجر بحوث جدية حول مصدره الطبيعية قبل عام 1972 وعدت هذه المصادر ثانوية جدا ولا تنتج الا كميات ضئيلة من هذا الغاز مقارنة بما تنتجه فعاليات الانسان. واظهرت الدراسات التي اجرت بعد عام 1972 خطأ هذه الافتراضات وبينت ان المصادر الطبيعية لهذا الغاز تنتج اضعاف ما تنتجه فعاليات الانسان مجتمعة.

ان المصادر الطبيعية تنتج اكثر من عشرة اضعاف ما تنتجه فعاليات الانسان ويقدر ما تنتجه المصادر الطبيعية مجتمعة بـ(3850) مليون طن سنويا منها (3300) مليون طن تأتي من عملية الاكسدة الجوية لغاز الميثان (CH_4) الناتج من تفسخ المادة العضوية في المستنقعات وخاصة في المناطق الاستوائية وتنتج عمليات التفسخ هذه 1.6 بليون طن من غاز الميثان سنويا. يتحول غاز الميثان إلى غاز اول اوكسيد الكاربون بتفاعله مع جذر الهيدروكسيل أو مع الاوكسجين الذري.

خطورة المصادر البشرية المنتجة لغاز اول اوكسيد الكاربون

مع ان فعاليات الانسان (المصادر البشرية) لا تنتج الا 9.4٪ من غاز (CO) ولكنها متركزة في المناطق المأهولة بالسكان وتقدر نسبة غاز (CO) الموجودة في المدن المزدحمة والمتسببة من فعاليات الانسان بـ 95-98٪ وما تبقى

يتسبب من المصادر الطبيعية. من الناحية الاخرى فان المصادر الطبيعية على ضخامتها متوزعة على كافة انحاء العالم ولا يتراوح تركيز (CO) المتسبب عنها الا في المجال المحصور بين 0.1 إلى 0.5 جزء بالمليون وعند مقارنة هذا الرقم مع ما يقابله في المناطق المأهولة المزدحمة نلاحظ ان تركيز هذا الغاز يتراوح بين 5 إلى 50 جزء بالمليون. ومن المظاهر الخطرة المضافة فيما يتعلق بتلوث الهواء بغاز (CO) في المناطق المأهولة المزدحمة انه ينتج بسنة اعلى بكثير من قابلية ازالته بواسطة العمليات الطبيعية (سنأتي على ذكرها لاحقا) مما يؤدي إلى تراكمه وزيادة تراكيزه إلى ما فوق حدود تحمله.

عند دراسة المصادر الاساسية المسؤولة عن ضخ غاز (CO) في الجو في الولايات المتحدة والمتسببة من فعاليات الانسان والتي قامت بها الهيئات التابعة لوكالة حماية البيئة تبين ان وسائط النقل بما فيها السيارات والشاحنات والطيارات والقطارات والبواخر هي المصدر الرئيس لغاز (CO) على ان اكثر من 60٪ من الكمية الكلية من غاز (CO) الناتجة من وسائط النقل تنتج من السيارات المسيرة بالكازولين. يلاحظ من الجدول ان المصدر الرئيس الثاني هو المصادر المتنوعة واهمها في هذا الخصوص حرق الادغال والاحراش والفضلات الزراعية من قبل المزارعين.

الكيمياء المتعلقة بتكوين غاز اول اوكسيد الكاربون

يتكون غاز (CO) من جراء فعاليات الانسان باحدى الطرق الكيميائية الاتية:

الحرق غير الكامل للمواد العضوية (الوقود العضوي)

بسبب احتواء الوقود العضوي على مكونات أخرى اضافة إلى الكاربون

فان احتراق هذا الوقود لا يؤدي إلى تكوين غاز ثاني اوكسيد الكـاربون (CO_2) فقط ولكن تحدث تفاعلات عديدة جانبية مع الاوكسجين تعرقل الاحتراق التام والمباشر ولا يتحول جميع الكاربون نتيجة لذلك إلى CO_2 وعلى الرغم من تعقيد بعض هذه التفاعلات.

ان غاز (CO) هو مركب وسطي في التفاعلات المذكور اعـلاه، ويمكـن ان يظهر بعضه في الناتج اذا كانت كمية الاوكسجين (O_2) غير كافية لاتمـام تفاعـل الاحتراق. أو في حالة عدم الاحتراق التام للاوكسجين (الهواء) مع الوقود بسبب خلل ما في تصميم الحارقة. تؤدي عدم كفاءة المزج هذه إلى حدوث تفجر في؟؟؟ الاوكسجين الكافي في نشاط معينة في اثناء الاحتراق لمزيج الهواء والوقود وتؤدي إلى تكوين غاز (CO)..

ب- تفاعل غاني ثاني اوكسيد الكاربون والوقود العضوي في درجات الحرارة العالية:

في هذه الطريقة يتفاعل ناتج الاحتراق النهائي (CO_2) مع جزء من الوقود غير المحترق في اثناء استمرار الاحتراق وعند الوصول إلى درجات حرارية عاليـة يحدث هذا التفاعـل في العديـد مـن العمليـات الصـناعية خاصـة تلـك المتعلقـة باختزال خامات المعادن وتحرير هذه المعادن تكون هناك فائـدة كـبيرة مـن تحريـر كمية من غاز (CO) في افران هذه العمليات بسبب قيام هذا الغاز بدور مفيد في اختزال اوكسيد الحديد مثلا وانتاج معدن الحديـد ولكـن في معظـم الحـالات لا يمكن احكام السيطرة على غاز (CO) وتتسرب نسبة منه إلى الجو وتلوثه.

ج- الحل الحراري لغاز ثاني اوكسيد الكاربون في درجات الحرارة العالية:

يتفكك ناتج الاحتراق النهائي (غاز CO_2) في درجات الحرارة العاليـة إلى

غاز (CO) والاوكسجين الذري (O) واظهرت الدراسات ان كلا من غازي CO_2 وCO يوجدان بحالة توازن في درجات الحرارة العالية. وكلما ارتفعت درجة الحرارة تتكون نسبة اعلى من غاز (CO) فمثلا عند درجة 1745م تتفكك نسبة 1٪ من غاز CO_2 في حين تتفكك نسبة 5٪ عند درجة حرارة 1940م. اذا حدث تبريد مفاجئ لمزيج هذه الغازات، فان نسبة لا باس بها من غاز (CO) ستثبت بهذه الحالة لوقت طويل لان حدوث توازن جديد يتطلب وقتا طويلا في درجات الحرارة الواطئة.

4- تركيز وتوزيع غاز اول اوكسيد الكاربون في اجواء المدن المزدحمة:

اظهرت جميع الدراسات وفي مختلف انحاء العالم ان المصدر الرئيس لغاز اول اوكسيد الكاربون في اجواء المدن المزدحمة بالسكان هي وسائط النقل المسيرة بواسطة مكائن الاحتراق الداخلي وهذا ما تثبته بوضوح الدراسة التي اجراها الباحثون في وزارة الصحة والثقافة والشؤون الاجتماعية الامريكين وقد تبين ان هناك علاقة مباشرة لتركيز غاز (CO) في الجو مع عدد السيارات في الشارع وحسب ساعات النهار يتوقف تركيز (CO) في أي موقع في المدينة على السرع الاتية:

- سرعة تولده وقذفه إلى الجو.
- سرعة انتشاره في الجو.
- سرعة ازالته من الجو.

تتم ازالة (CO) من الجو باحدى الطرق الطبيعية التي ستناقش بعد قليل وعموما فان هذه الطرق تحدث بسرع بطيئة وعليه فان السرعتين الاولى والثانية هي التي تحدد تركيز هذا الملوث في الجو. وتعتمد سرعة الانتشار على العوامل

الجوية المتمثلة بسرعة الريح واتجاهه والدوامات الهوائية والتغيير في الضغط الجوي وفي اسوا الاوضاع حدوث ظاهرة التدرج الحراري المقلوب. عند قياس تراكيز حقيقية لغاز (CO) في مواقع مختلفة.قد لا يحس الشخص العادي بالتراكيز العالية في داخل سيارة في شوارع مزدحمة بالسيارات في مركز المد ينة و داخل سيارة في شوارع على اطراف المدينة ولكن يتعرض لها وتكون مؤذية بالنسبة إلى شرطة المرور وسواق سيارات الاجرة نظرا لفترات تعرضهم الطويلة إلى هذه التراكيز العالية.

مصير غاز اول اوكسيد الكاربون في الجو:

تظهر الحسابات ان تركيز غاز (CO) في الجو كان يفترض انه تضاعف مرات عديدة منذ بداية القرن الحالي ولحد الان لولا وجود طريق طبيعي لازالته وتصريفه من الغلاف الجوي المحيط بالارض. افترض البعض تسربه خارج المجال الجوي الارضي عن طريق القطب الجنوبي ولكن تبين فيما بعد خطأ هذا الافتراض.

بتفاعل غاز (CO) مع الاوكسجين بوجود ضوء الشمس (أي خلال النهار) ولكن هذا التفاعل لا يستهلك اكثر من 0.1٪ (أي واحد في الالف) من تركيز (CO) الموجود في الجو لكل ساعة من ضوء الشمس.

بينت القياسات الدقيقة ان المحيطات تنتج غاز (CO) اكثر بكثير مما تمتصه منه كما بينت ايضا ان الاشجار والنباتات الحالية ليس لها دور في ازالة هذا الغاز من الجو.

ظهرت بوادر الحل من خلال البحوث التي اجريت خلال السبعينات من هذا القرن وقد اظهرت نتائجها ان ازالة غاز (CO) تتم عن طريق انواع معغينة

من التربة الطبيعية الموجودة على سطح الارض كما توضحت مميزات هذه الطريقة الطبيعية والتي اهمها ما يأتي:

1- تتم الازالة بطريقة بايولوجية وقد تم تشخيص اربعة عشر نوعا فعالا من الخمائر الموجودة في التربة والتي بامكانها امتصاص (CO) من الجو.

2- ان ميكانيكية التفاعل تتم بتحويل غاز (CO) إلى غاز CO_2 والاستفادة من الغاز الاخير في عملية التركيب الضوئي أو تحريره إلى الجو خلال الليل، وتم التثبت من هذه الميكانيكية بواسطة الوشم الاشعاعي.

3- ان فعالية الرتب الطبيعية في الاحراش في امتصاص (CO) من الجو اعلى بكثير من فعالية الترب المزروعة والمستغلة من قبل الانسان.

4- ان فعالية التربة في المناطق الاستوائية اعلى منها في المناطق الاخرى واوطأها في المناطق الصحراوية والجافة.

5- تعتمد سرعة ازالة غاز (CO) من الجو على درجة حرارة بالاضافة إلى اعتمادها على نوع التربة.

تأثير غاز اول اوكسيد الكاربون على الانسان

يؤدي التعرض إلى تراكيز عالية من اول اوكسيد الكاربون وبما يزيد على 100 جزء بالمليون إلى الموت الا ان تركيز هذا الغاز حتى في المدن المزدحمة بوسائط النقل لا زال يقل نوعا ما عن هذا التركيز. ومع ذلك فان لهذا الغاز تأثيرات خطرة على الانسان حتى في تراكيزه الواطئة.

يتفاعل غاز (CO) مع الهيموكلوبين في الجو ويسبب عرقلة كبيرة (وقد تكون مميتة) للوظيفة الرئيسية للهيموكلوبين في نقل الاوكسجين من الرئة والى الدماغ وبقية اجزاء الجسم واعادة غاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) من الخلايا

وبواسطة الهيموكلوبين ايضا إلى الرئة ليتم التخلص منه. ويبين المخطط المذكور في ادناه والتفاعلات الحاصلة كيفية تداخل غاز (CO) في هذه العملية الطبيعية:

وعليه فان وجود كمية قليلة من غاز (CO) في الهواء يتكون المعقد CO-Hb في دمه إلى ان يصل إلى حد التوازن (أي ان تفاعل تكوين هذا المعقد هو تفاعل عكسي) ويبقى تركيز CO-Hb في الدم ثابتا ما لم يتغير تركيز غاز (CO) في المحيط. وتؤدي الفعاليات الحيوية في الجسم الاعتيادي إلى تكوين تركيز معين بقدر 0.5٪ من المعقد CO-Hb.

الجدول (10) النسبة المئوية لتركيز المعقد CO-Hb وتأثيرات ذلك على الانسان.

تركيزCO-Hb ٪	التاثير
1.0 >	لا يوجد تاثير
2.0-1.0	تاثيسرات على التصرفات وفقدان جزئي للتوازن.
2.0-5.0	تاثيسرات على الجهاز التنفسي المركزي وتشويش في الرؤيا وبعض الحركات الارادية.
10.0 -5.0	عدم انتظام دقات القلب وعدم انتظام في وظائف الرئة والتنفس.
80.0 -10.0	صداع، تعب شديد، اغماء، توقف التنفس ثم الموت

لابد من التطرق على تأثيرات غاز (CO) على الانسان من ناحية المدخنين وتعرضهم إلى هذا الغاز، وبهذا الخصوص فان تركيز المعقد CO-Hb في دمهم هو اكثر من ضعفين إلى اربعة اضعاف التركيز في دم الانسان الاعتيادي من غير المدخنين.

العوامل الرئيسة التي ترفع تركيـز المعقـد CO-Hb في الـدم هـي التـدخين بالدرجة الرئيسة ثم وظيفة الشخص كان يكون شـرطي مـرور أو سـائق سيارة اجرى في مدينة مزدحمة بالسيارات، اضافة إلى ذلك العوامل الجوية، خاصة حـين ركود الهواء وحدوث التدرج الحـراري المقلـوب. امـا نحـن في العـراق وبسـبب الاعتماد الكـبير في التدفئـة المنزليـة علـى المـدفآت الكيروسـينية (حـرق الـنفط الابيض) فقد نتعرض إلى تراكيز غير مقبولة مـن غـاز (CO) مـا لم تـراع بعـض شروط التهوية ومراقبة عمل المدفأة والتأكد من احتراقها الجيد.

من الناحية الاخرى فان لون الشخص (ابيض، اسود، اصـفر...) وجـنس (ذكر ام انثى) والعمر والوزن لا يوجد تأثير لها في زيادة أو نقصـان تركيـز CO-Hb في الجسم.

3. ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2

ينتج الإنسان كميـات كـبيرة مـن هـذا الغـاز خـلال عمليـات الاحـتراق واستخدام الوقود كالفحم وزيوت البترول والغاز الطبيعي. ومع ذلـك لا يعتـبر هذا الغاز من المواد الملوثة للجو. ولكنه في حالة زيادة تراكيزه بما يفوق معدلاتـه الطبيعية (0.03٪ حجماً من الهواء) مما يؤدي إلى ارتفـاع درجـة حـرارة الفضـاء المحيط بالارض خلال ما يعرف بتأثير البيت الزجـاجي Greenhouse effect اذ تنعكس الحرارة المنبعثة من الارض وتنحصـر في الاجـواء بسـبب غـازي ثنـائي اوكسيد الكاربون كما وضحنا سابقا.

ان زيادة درجة حرارة الفضاء الذي يحيط بالارض ببضع درجات كمعـدل سنوي سيؤدي إلى ذوبان الجبال الثلجيـة في القطـبين وبـدورها تـؤدي إلى غـرق

مساحات من اليابسة ابتداءاً من السواحل وما عليها من مدن ومـزارع ومصـانع والتي تعني حدوث كوارث انسانية.

4. اكاسيد النتروجين NO_x

ان من أهم الغازات النتروجينية الملوثة في الهواء هي غاز أحـادي اوكسـيد النتروجين NO وثنائي اوكسيد النتروجين NO_2. وفي ظـروف درجـات الحـرارة العالية (اكثر من 1100^oم) يتم انبعاث هـذين الغـازين خـلال عمليـة الاحـتراق واتحاد غاز الاوكسجين والنتروجين. اما الاشكال الاخرى من أكاسيد النتروجين فليس لها أهمية بيئية، ولعل مـن أهمهـا هـو غـاز اوكسـيد الـنتروز الـذي كـان يستخدم في الجراحة بوصفه غازاً مخدراً قبل تطور المركبات المخدرة الحديثة.

وباعتبار ان مصدر الغازين (NO_2, NO) مـن عمليـة الاحـتراق لـذا فـإن انبعاثهما ايضاً يتم من جميع وسائط النقل فضلاً عـن مصـادر أخـرى ثابتـة مثـل محطات توليد الكهرباء وبعض الصناعات الـتي تحـرق الوقـود بـدرجات حـرارة عالية. كما تنبعث ايضاً من معامل صناعة الاسمـدة النتروجينيـة، ومـن الحقـول الزراعية بعد عمليات التسميد الكيمياوي أو الحيـواني ومـن بعـض الصـناعات الكيمياوية مثل إنتاج حامض النتريك وصناعة المتفجرات وغيرها.

يرمز إلى هذه المجموعة من الاكاسيد الغازية بالرمز NOx ويمكن الكشـف عن ثلاثة منها في الجو علما بان مجموع اكاسيد الـنتروجين المعروفـة هـو ثمانيـة اكاسيد، (N_2O_6, NO_3, N_2O_5, N_2O_4, NO_2, N_2O_3, NO, N_2O) هذه الاكاسيد الثلاثة هي:

1- اوكسيد النتروز (N_2O): غاز عديم اللون-لا يساعد على الاشتعال، وغـير سام وله طعم حلو خفيف.

2- اوكسيد النتريك (NO): غاز عديم اللون، لا يساعد على الاشتعال، وعديم الرائحة ولكنه سام.

3- ثاني اوكسيد النتريك (NO_2): غاز قهوائي محمر، لا يساعد على الاشتعال، وسام له رائحة قوية خانقة وندون فيما ياتي معلومات مهمة من الناحية البيئية متعلقة بهذه الغازات.

أ- مصادر اكاسيد النتروجين:

مرة أخرى تسهم المصادر الطبيعية اكثر مما تسهم به فعاليات الانسان في ضخ هذه الاكاسيد إلى الجو ويلاحظ بهذا الخصوص ما يأتي:

أ- ان جميع غاز اوكسيد النتروز (N_2O) يتكون تقريبا من عمليات طبيعية ولا دخل للانسان فيها.

ب- فيما يخص غاز اوكسيد النتريك (NO) فان ما يقر من 80٪ يتولد نتيجة لعمليات طبيعية و20٪ منه من فعاليات الانسان.

ج- ان جميع غاز ثاني اوكسيد النتريك تقريبا يتولد من فعاليات الانسان.

ان من اهم العمليات الطبيعية التي تسهم بضخ كميات كبيرة من اكاسيد النتروجين إلى الجو هي عمليات التفسخ البكتيري للمركبات الحاوي على نتروجين في تركيبها وتقدر كميات N_2O المتولدة عن هذه العملية بـ392 مليون طن في السنة واما كمية غاز NO المتولدة بهذه الطريقة نفسها فتقدر بـ430 مليون طن في السنة الواحدة. وتتولد كمية اضافية (قليلة نسبيا) من الاكاسيد الثلاثة (N_2O, NO_2, NO) نتيجة لاتحاد الاوكسجين والنتروجين بفعل الصواعق.

يعد حرق الوقود العضوي الحاوي على نتروجين في تركيبه من الطرق التي تسهم في توليد اكاسيد النتروجين ضمن الفعاليات الانسان. وتتولد في اثناء

الاحتراق كميات اضافية من NO_2 تعادل اضعاف الكمية المتبقية من وجود النتروجين في الوقود العضوي نفسه وذلك يسبب اتحاد اوكسجين ونتروجين الهواء في درجات الحرارة العالية في اثناء الاحتراق. نظرا لكون غاز N_2O غير ملوث البيئة فان المقصود بالرمز NO_2 هم الغازان NO وNO_2 فقط وان نواتج الاحتراق تحوي عادة من 90 إلى 99٪ غاز NO واما غاز NO_2 فيقل عادة عن 10٪.

تقدر الكمية الناتجة بالاطنان من حرق الوقود في كافة انحاء العالم بـ103 مليون طن في البيئة (او ما يعادل 163 مليون طن من NO_2 فيما لو تحول جميع غاز NO إلى NO_2). يجب ان لا نستهين بالنسبة المئوية المنخفضة نوعا ما لكمية غاز NO المتولدة من فعاليات الانسان عند مقارنتها مع كمية هذا الغاز المتكونة من المصادر الطبيعية. و كما في موضوع غاز اول اوكسيد الكاربون (CO) ان فعاليات الانسان تكون في نقاط محددة تتمثل باماكن مزدحمة بالناس واشكال الحياة الاخرى ويلعب سوء الاحوال الجوية دورا هاما في تعقيد، وقد تتركز هذه الاكاسيد (NO_2) إلى حدود غير مقبولة تؤدي إلى كوارث بيئية. من الناحية الاخرى فان العمليات الطبيعية تتوزع على كافة انحاء العالم وفي ضمن التوازنات الطبيعية التي نشأت فيها الحياة على الارض كما نعرفها الان. وبخصوص توليد غازات (NO_2) من فعاليات الانسان وتدخل الغازات بواسطة المصادر الفرعية ضمن هذه الفعاليات محسوبة من قبل وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة.

كيمياء تكون NO_2

كنا قد ذكرنا ان اوكسجين الهواء (21٪) يتحد مع نتروجين الهواء (78٪) في الاختراقات عالية الدرجة الحرارية لتكون غاز اوكسيد النتريك.

من الناحية الثريوديناميكية فان هذا التفاعل ماص شديد للحرارة وان اول ابتداء تكون NO يحدث في درجة حرارة 1300م ويحدث بصورة اكفأ في المجال القريب من 2000م ومع انه لا تتكون الا كمية قليلة نسبيا من غاز NO الا ان هذه الكمية ذات اعتبار من الناحية البيئية. عند تكون NO يتفاعل مع كمية أخرى من الاوكسجين لتكون غاز NO_2.

ان سرعة تكوين 500 جزء بالمليون تكون بطيئة جدا في الدرجات الحرارية اقل من 1300°م ولكنها تزداد بسرعة كبيرة عندما ترتفع عن ذلك. يجب ان نذكر بخصوص تكوين غاز NO ان من اهم عوامل تثبيته بهذا الشكل هو التبريد السريع وبدون ذلك يتفكك هذا الغاز في اثناء التبريد التدريجي إلى النتروجين والاوكسجين مرة اخرى.

ويجب ان ننوه ان في معظم الاجهزة التي تعتمد في عملها على حرق الوقود نسبة مهمة من الطاقة الحرارية للنواتج الغازية للاحتراق تنجز عملا مفيدا (مثل تحريك مكبس أو ما شابه ذلك) وبكلمة أخرى ان هذه الغازات تبرد بسرعة مؤدية إلى تثبيت نسبة كبيرة من غاز NO المتكون في اثناء الاحتراق.

ندون الملاحظات الاتية فيما يخص الكيمياء المتعلقة بتكوين غاز ثاني اوكسيد النتروجين (NO_2):

1- يكون غاز NO_2 غير مستقر عند درجات الحرارة العالية، ويبدأ بالتفكك فعليا عند درجة حرارة 150م ويكون التفكك كاملا في درجة 600م وعليه فان كمية قليلة جدا يمكن ملاحظتها من هذا الغاز في اثناء الاحتراقات العادية.

2- عندما تغادر الغازات الناتجة من الاحتراق لمنطقة الاحتراق تبرد بسرعة إلى

درجات حرارية اقل من 600م ويبدأ قسم من غاز NO بالتحول إلى غاز NO_2.

ولكن سرعة هذا التفاعل بطيئة وتصبح اكثر بطأ عند انخفاض درجة الحرارة إلى اقل من 600م بدرجة ملحوظة، وعليه وكما ذكرنا سابقا فان كمية NO_2 الناتجة من الاحتراقات العادية لا تتعدى (في احسن احوالها) العشرة بالمائة في مجمل تركيز غازات NO_2 وكما يلاحظ عمليا في الغازات الناتجة من حرق الوقود الثقيل في محطات الطاقة الكهربائية في حين لا تتعدى نسبة 2 إلى 3٪ من غازات عوادم السيارات.

من الامور المهمة من الناحية البيئية مسألة تحول الكميات الكبيرة من غاز NO في الجو إلى غاز NO_2 في الظروف الجوية العادية وقد اظهرت الدراسات إلى هذا التحول يعتمد على تركيز NO بالدرجة الاولى.

يكون تركيز NO في منطقة الاحتراق قريب من 3000 جزء بالمليون ولكن هذا التركيز يخفف إلى ما يقرب من 1 جزء بالمليون في الهواء العادي.

الدورة الكيمياوية الضوئية لثاني اوكسيد النتروجين:

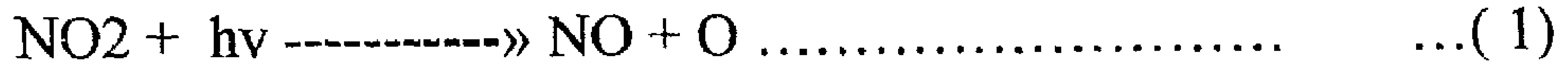
NO_3- Photochemical Cycle

بعد زيادة تركيز NO_2 من جراء فعاليات الانسان فقد اثبتت الدراسات الحديثة وجود تفاعل ضوئي يحدث في اثناء النهار، ويعرف هذا التفاعل بالدورة الكيمياوية- الضوئية لثاني اوكسيد النتروجين، ويحدث هذا التفاعل بالتسلسل الاتي:

1- تفكك غاز NO_2 بتأثير ضوء الشمس إلى غاز NO والاوكسجين الذري

2- يتفاعـل الاوكسـجين الـذري والاوكسـجين الجزيئـي (العـادي) في الهـواء لتكوين غاز الاوزون.

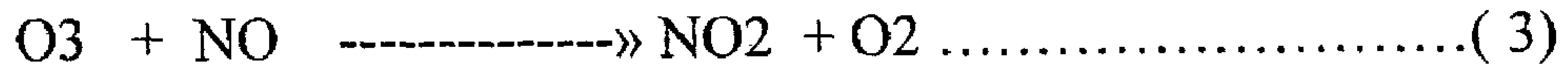
3- تفاعل غاز NO الناتج من الخطوة الاولى مـع الاوزون النـاتج مـن الخطـوة الثانية واعادة انتاج غـاز NO_2 الاصـلي وتحريـر الاوكسـجين المسـتهلك في الخطوة الثانية.



$NO2 + hv$ -----------» $NO + O$ ....(1)



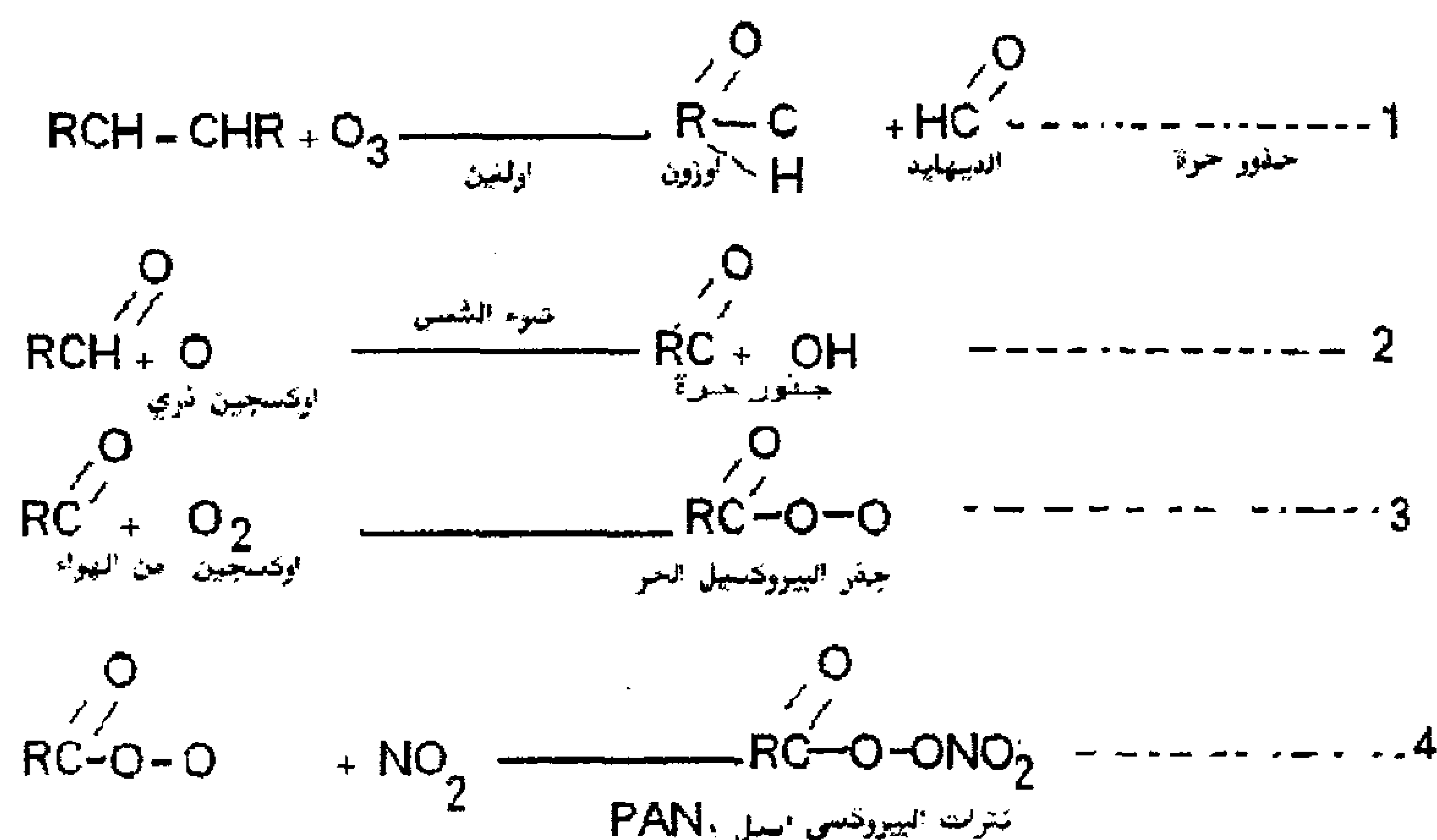
$O + O2$ -------------» $O3$ ....(2)



$O3 + NO$ -------------» $NO2 + O2$ ....(3)

من المفروض ان هذه الدورة تبدأ وتنتهي بـدون أي اضـافة أو نقصـان في مكونات الهواء ولكن الذي يحدث فعلا هو غـير ذلـك بسـبب تـدخل ملوثـات أخـرى موجـودة في الهـواء متاتيـة مـن فعاليـات الانسـان ومـن اهمهـا الهيـدروكاربونات الغازيـة الـتي ينشـا معظمهـا مـن نفـس منشـا غـاز اوكسـيد النتروجين. وتؤدي النتيجة النهائية لتدخل الهيدروكاربونات في هـذه الـدورة إلى زيادة تركيز غاز NO_2 اي انها تسرع عملية تحول NO إلى NO_2 بسـبب تفاعلـها مع الغاز الاخير (NO_2)

مكونـة ملوثـات قويـة جـدا تعـرف بالمؤكسـدات الكيمياويـة- الضـوئية (Photochemical Oxidants) ومـن الامثلـة عليهـا نـترات البيروكسـي أسـيل (Peroxy acyl nitrates) التي يركز لها بالرمز (PAN).



IV- مصير NO_N في الجو:

يتحول معظم NO_2 المتبقي في الجو إلى حامض النتريك وينزل مع ماء المطر أو مع الغبار وبذلك تبدأ مرحلة جديدة من التخريب البيئي بسبب تأثير هذه المياه الحامضية على النباتات والحيوانات والممتلكات، اضافة إلى الانسان نفسه. ولا زالت ميكانيكية اذابة وازالة NO_2 في ماء المطر غير معروفة.

V- تأثيرات اكاسيد النتروجين (NO_N)

أ- التأثير على النبات

من الصعوبة تحديد هل ان NO_N تؤثر مباشرة على النبات ام ان نتائج تفاعلات هذه الاكاسيد مع الهيدروكاربونات في الدورة الكيمياوية الضوئية لثاني اوكسيد النتروجين (NO_2) هي التي تسبب التأثيرات التي تمت ملاحظتها على بعض انواع النباتات.

لقد تم ملاحظة تأثيرات كبيرة على النباتات القريبة من معامل حامض النتريك بسبب تسرب NO_2 إلى الجو وعند تعريض العديد من النباتات في

المختبر إلى تراكيز مختلفة من غاز NO_2 ولفترات قصيرة واخرى طويلة ظهرت تأثيرات متباينة على نبات القطن والفاصوليا والطماطة وبعض اشجار الحمضيات، ولم تظهر الدراسات أي تأثير لغاز NO على النباتات في التراكيز الموجودة حاليا في الجو.

ب- التأثير على الانسان:

فيما يخص الانسان فان كلا من غازي NO و NO_2 يشكلان خطورة عليه ويعد NO_2 اكثر سمية من NO بدرجة ملحوظة ولم تسجل لحد الان حالة وفاة بسبب تراكيز غاز NO الحالية في الجو وبالمقابل تعزى معظم الاصابات والحالات الخطرة إلى غاز NO_2.

يؤثر غاز NO_2 على جهاز التنفس ولا زالت تراكيز هذا الغاز في الهواء اقل من حدود الخطورة اما الاعراض المختلفة المعروفة طبيا عن تأثيرات هذا الغاز فقد تم تشخيصها من خلال تعريض متطوعين إلى تراكيز متنوعة (قليلة عادة) من هذا الغاز ولمدد مختلفة، وكذلك من تعريض بعض الحيوانات إلى تراكيز عالية. ان الاعراض التي تظهر (او يتوقع ان تظهر) على الانسان عند تعرضه إلى تراكيز مختلفة من غاز NO_2.

ج- التأثير على الممتلكات

اظهرت الدراسات ان اهم المواد التي تتأثر باكاسيد النتروجين الاصباغ النسيجية والالياف وسبائك النيكل- البراس.

الاصباغ التي لوحظ انها تتأثر اكثر من غيرها هي من النوع المستعمل مع الرايون (rayon) ومع القطن ومع فسكوز الرايون (Viscose reyon). وقد تم الكشف عن تأثير NO_N على سبيكة النيكل- البراس من خلال التأثيرات التي

سببها الغبار المتراكم على اسلاك التلفونات المتآكلة حيث ظهر ان هذا الغبار كان محملا بأكسيد النتروجين.

5. اكاسيد الكبريت SO_x

ان التلوث بأكاسيد الكبريد من أكثر مشاكل تلوث الهواء خطورة على البيئة وبخاصة صحة الإنسان. وتضم هذه الاكاسيد غاز ثنائي اوكسيد الكبريت SO_2 بالدرجة الرئيسية وغاز ثلاثي اوكسيد الكبريت SO_3 بدرجة أدنى. إن غاز SO_2 هو من الغازات ذات رائحة حادة وينتج القسم الاكبر منه عند احتراق الوقود الذي يحتوي على الكبريت والذي يتأكسد إلى SO_2 ويتأكسد هذا الغاز متحولاً إلى SO_3 الذي عند ذوبانه في الماء يتحول إلى حامض الكبريتيك H_2SO_4 إذ يساهم هذا الغاز بتكوين الامطار الحامضية Acid Rains التي تتساقط مسببة الاضرار الجسيمة للنباتات والتربة والمياه.

يسبب غاز SO_2 اضرار بالغة للصحة كالالتهابات الخطيرة في الجهاز التنفسي.

من المصادر الاخرى لغاز SO_2 هو غاز كبريتيد الهيدروجين H_2O. كما يخرج الغاز ايضاً بعد انفجار البراكين حيث يترسب من المكامن النفطية والغازية والمصادر الجيولوجية الاخرى مثل المياه الكبريتية.

غاز ثاني اوكسيد الكبريت SO_2

ان غاز ثاني اوكسيد الكبريت مخدش قوي لعموم الاغشية المخاطية في الجسم والتي تتعرض إلى التلامس معه. وعند زيادة تركيزه في الهواء عن حد معين يشكل خطرا كبيرا على الصحة، خاصة بالنسبة للاشخاص الذين لديهم مشاكل في جهاز التنفس. يتكون هذا الغاز من حرق الوقود الحاوي على

كبريت، خاصة الفحم الحجري، أو مشتقات النفط، مثل النفط الابيض (الكيروسين) المستعمل في التدفئة المنزلية، والوقود المستعمل في محطات توليد الطاقة الكهربائية، تساهم الصناعات المتعلقة بالنفط والتعدين بدرجة ملحوظة في التلوث بغاز ثاني اوكسيد الكبريت. وتقدر كمية هذا الغاز التي تطرح إلى الهواء في السنة في الولايات المتحدة وحدها بثلاثة وثلاثين (33) مليون طن في السنة (حسب تقديرات عام 1970) وفي عدد من البلدان الاوربية، مثل النرويج وفرنسا والمملكة المتحدة فهي تنتج 0.16 و2.2 و6.4 مليون طن في السنة من SO_2 على التوالي. ان مساحات هذه الدول اصغر بكثير من مساحة الولايات المتحدة، ولذا فان درجة التلوث بغاز SO_2 تكون اعلى مما هي عليه في الولايات المتحدة.

تقدر الكمية الكلية (حسب تقديرات عام1970 USA Environmental Protection Ageng,1970) من غاز SO_2 التي تقذف إلى الهواء في كافة انحاء العالم بـ146 مليون طن في السنة وقد قدر ان 70٪ من هذا الرقم يأتي من حرق الفحم الحجري. و16٪ منه يأتي من حرق الوقود البترولي. وما تبقى يتسبب من عمليات التعدين وعمليات تكرير النفط.

يسبب غاز ثاني اوكسيد الكبريت تخديشا قويا للجهاز التنفسي عند استنشاق الهواء الملوث به. ويؤدي إلى تخريبات في الانسجة الرئوية. ويزيد من احتمالات امراض الجهاز التنفسي الاخرى. يمكن للانسان ان يتذوق الطهم الحامض لهذا الغاز عند زيادة تركيز عن 0.3 جزء بالمليون وله رائحة كريهة يمكن الاحساس بها عند زيادة التركيز عن 0.5 جزء بالمليون.

يلاحظ في بعض الدول (المتقدمة) التي لديها تلوث هوائي ملحوظ انها

لجأت اخيرا إلى ايجاد معامل معين يطلق عليه معامل التلوث الهوائي ويعطي هذا المعامل فكرة عن تركيز الملوثات الهوائية الاساسية التي لها علاقة مباشرة بالتاثيرات الصحية على الانسان. خاصة ان عددا من الملوثات يساعد بعضها بعضا من خلال تاثيراتها الترافقية- أي ان تأثير احد الملوثات يتضاعف عدة مرات عند وجود ملوث اخر معه- من اهم الملوثات التي تدخل في هذا المعامل هو غاز ثاني اوكسيد الكبريت، وان معامل التلوث الهوائي يذاع يوميا مع النشرة الجوية لتحذير الناس المتوقع توجههم إلى المناطق الملوثة.

تنتج الصناعات التعدينية كميات كبيرة من غاز SO_2 لان عددا كبيرا من المعادن توجد في الطبيعة متحدة مع الكبريت بشكل كبريتيداتها وان عمليات استحصال المعدن تؤدي إلى تسرب كميات ملحوظة من غاز SO_2.

تزداد شدة الاذى بهذا الغاز في المناطق التي توجد فيها كميات كبيرة من الغبار. خاصة الصناعي منه وقد بينا سابقا ميكانيكية هذا الفعل الترافقي.

لقد درست تأثيرات التعرض إلى تراكيز مختلفة من غاز ثاني اوكسيد الكبريت من قبل عدة جهات صحية عالمية المستحصلة من التعرض إلى التركيز وزمن التعرض لها، وتوجد علاقة مباشرة بين تردي الحالة الصحية للانسان وزمن التعرض إلى هذا الملوث الغازي الخطر.

يقدر بقاء غاز ثاني اوكسيد الكبريت في الهواء بفترة زمنية تتراوح بين 2 إلى 4 ايام ويمكن لهذا الغاز خلال هذه المدة الانتقال إلى مسافة 1000 كيلومتر تقريبا قبل نزوله بطريقة أو بأخرى إلى سطح الارض، وعليه فان تأثيرات هذا الغاز وما يمكن ان تنتجه من حوامض (H_2SO_2) وحتى (H_2SO_3) من خلال تأكسده في الجو يمكن ان تنتقل إلى مسافات بعيدة جدا عن مصدر تكونها، وبكلمة أخرى

فقد نشأت في عصرنا الحالي مشكلة تصدير التلوث من بلد إلى اخر. وهذا السبب دعا منظمة الامم المتحدة للتدخل، وكان ذلك في مؤتمر ستوكهولم عام 1972 كما بينا ذلك سابقا.

يرمز إلى اكاسيد الكبريت من وجهة نظر كيمياء تلوث البيئة بـSO_4 ويشمل هذا الرمز العام في الحقيقة 98-99٪ غاز SO_2 و1-2٪ غاز SO_3 وفيما يأتي بعض الصفات الاساسية لهذين الغازين:

غاز SO_2:

عديم اللون، غير قابل للاشتعال، درجة غليانه -10م، درجة انصهاره -75.5م وله رائحة مخدشة عند تركيز 0.3 جزء بالمليون.

غاز SO_3:

عديم اللون، يتكثف عند درة 44.8م، فعال جدا ويتحد مع الماء مباشرة لتكوين حامض الكبريتيك ولهذا السبب لا يوجد بتراكيز عالية في الجو.

مصادر اكاسيد الكبريت

ذكرنا في بداية الكلام عن غاز ثاني اوكسيد الكبريت ان تقديرات تكونه من فعاليات الانسان وعلى مستوى العالم اجمع هي 146 مليون طن في السنة، ولكن هناك مصدرا اخر غير مباشر لتكون هذا الغاز تسهم الطبيعة نفسها به ولا دخل للانسان الا بجزء يسير فيه وهذا المصدر هو تأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الجو إلى غاز (SO_2) وكما سنوضحه في ادناه ولكن قبل ذلك نبين اهم المصادر الطبيعية والصناعية لغاز H_2S وتقدير كمياتها بملايين الاطنان:

1- من تفسخ المواد العضوية في المحيطات وعلى اليابسة وتقدر الكمية بما يقرب من 98 مليون طن في السنة.

2- من انفجار البراكين على اليابسة وفي المحيطات وما تؤدية من تسرب لهذا الغاز من المكامن النفطية والغازية والمصادر الجيولوجية الاخرى مثل المياه الكبريتية وتقدر الكمية بحوالي مليوني طن في السنة.

3- من فعاليات الانسان والعمليات الصناعية المختلفة وتقدر الكمية بثلاثة ملايين طن في السنة.

وعند اكسدة 1.3 مليون طن من غاز H_2S ينتج 193 مليون طن من غاز ثاني اوكسيد الكبريت. وفي هذا الخصوص لم يكن يعرف شيء عن مصير غاز H_2S في الطبيعة حتى عام 1960 ما عدا ان قسما منه يتحول إلى كبريتات. اما في الوقت الحاضر فقد اثبتت الدراسات حدوث تفاعل نشط بين غاز H_2S وغاز الاوزون، وخاصة بعد زيادة تراكيز الغاز الاخير من جراء فعاليات انسان بالاضافة إلى كونه من المكونات الطبيعية للغلاف الجوي وهذا التفاعل كما هو متوقع يؤدي إلى اكسدة غاز H_2S إلى SO_2 وعليه فان 44.8٪ من غاز SO_2 يتكون من جراء فعاليات الانسان و55.2٪ من هذا الغاز تسهم الطبيعة باضافته إلى الجو.

عند اجراء حسابات دقيقة من قبل الهيئات العلمية الامريكية عن المصادر الصناعية لغاز SO_2 في هذا البلد اتضحت النتائج المبينة ان اهم المصادر ان وسائط النقل التي تعد المصدر الاول لمعظم ملوثات الهواء لا تسهم الا بجزء يسير من عملية ضخ غاز SO_2 إلى الجو.

كيمياء تكوين اكاسيد الكبريت:

تتكون اكاسيد الكبريت من حرق الوقود الذي يحوي على كبريت في تركيبه وتؤدي عملية الحرق إلى تكوين غازSO_2 بالدرجة الرئيسة ولا يتكون غاز SO4 بنسب تتراوح بين 1٪ إلى 10٪ فقط اعتمادا على ظروف الحرق، SO3. لا يحدث التفاعل الا بنسبة منخفضة للاسباب الاتية:

1- الثبوتية الضعيفة لغاز SO_4 في درجات الحرارة العالية والتي تحدث عادة عند حرق الوقود، ولذا يتفكك SO_3 إلى SO_2 بسرعة عند درجة حرارة 1200م.

2- تكون سرعة التفاعل بطيئة جدا في درجات الحرارة المنخفضة.

3- يعمل وجود بعض المعادن واكاسيدها في رماد الاحتراق كحفاز لتفكك SO_3 إلى SO_2.

مصير اكاسيد الكبريت في الجو:

اظهرت الدراسات الحديثة ان جزءا كبيرا من غاز SO_2 يتحول إلى SO_3 وهذا الاخير يمتص بسرعة من قبل بخار الماء في الجو مكونا حامض الكبريتيك الذي ينزل مع المطر (مطر حامضي) أو يتفاعل مع غاز الامونيا في الجو مكونا كبريتات الامونيوم التي تنزل مع المطر ايضا ويؤدي كل من حامض الكبريتيك وكبريتات الامونيوم إلى تخريبات بيئية وتأثيرات صحية عديدة بعد نزولهما مع الامطار.

ان تحويل SO_2 إلى SO_3 يتطلب اياما عديدة للحصول على نسبة ملحوظة من التحويل من وجهة النظر الكيمياوية الكلاسيكية العادية. ولكن الدراسات الحديثة اظهرت ان تحويلا ملحوظا يتم في ساعات قليلة وذلك عن طريق تفاعلات محفزة وعن طريق تفاعلات ضوئية وكما موضح في ادناه.

أ- الاكسدة المحفزة

العوامل الرئيسة لحدوث هذه الاكسدة هي وجود املاح الحديد والمنغنيز في الرماد الناتج من حرق الوقود الثقيل (وخاص عند حرق الفحم الحجري) وتطاير دقائق هذه الاملاح مع غازات الاحتراق الحارة. وتعمل هذه الدقائق على ان تكون مركزا لتجمع قطرات المطر عليه وعند نمو هذه القطرات يذوب فيها معظم غاز SO_3 الناتج من الاحتراق (1-2٪ عادة) (ويتكون نتيجة لذلك حامض الكبريتيك المحمول على قطرات المطر، وهذه الخطوة الاخيرة تؤدي إلى اذابة كميات كبيرة من غاز SO_2 (الناتج الرئيس من اكاسيد الكبريت في غازات الاحتراق) اضافة إلى ان المحيط الحامضي المتكون يذيب كميات عالية من غاز الاوكسجين الجوي، وبوجود الحفاز المذكور في اعلاه يحدث تفاعل نشط بين SO_2 و O_2 لتكوين SO_3 وزيادة من الحامض. قد بينت بعض القياسات الدقيقة في المناطق الصناعية الملوثة بدرجة عالية احتواء قطرات المطر على تركيز من حامض الكبريتيك يقرب من 1 مولاري وعند الوصول إلى هذا التركيز يتوقف التفاعل تقريبا بسبب قلة ذوبان SO_2 في المحاليل الحامضية القوية الا ان وجود مواد أخرى مستعدة للتفاعل مع الحامض الناتج تجعل عملية التأكسد المحفزة تستمر.

ب- الاكسدة الضوئية

اثبتت الدراسات انخفاض تراكيز SO_2 في اجواء المدن المزدحمة، خاصة خلال ساعات النهار مع زيادة مقابلة في تكون حامض الكبريتيك وكبريتات الامونيوم وهذا يدل على دور المؤكسدات الضوئية في تنشيط عملية تحول SO_2 إلى SO_3 وهذا يضيف إلى المخاطر المحتملة التي تؤدي إلى تسريع اختفاء طبقة

الاوزون في منطقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي والتي تحمي سطح الارض من الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس.

تأثير اكاسيد الكبريت على النباتات:

عند دراسة تعرض النباتات إلى تراكيز مختلفة من اكاسيد (SO_2) لوحظ ان التعرض إلى التراكيز العالية ولفترة قصيرة يؤدي إلى موت اجزاء من سطوح الاوراق وتحولها إلى اللون البني الغامق. اما التعرض إلى التراكيز الخفيفة ولكن لفترة طويلة فذلك يؤدي إلى اصفرار وسقوط الاوراق وبمعنى اخر ان هذه الاكاسيد تسبب تخريبا لعملية التركيب الضوئي. وقد وجدت تراكيز عالية من الكبريتات على سطوح الاوراق المصابة في جميع حالات تمرض النباتات في الاجواء الملوثة مثل اجواء المدن المزدحمة وبالقرب من المعامل ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وبالقرب من المناجم.

التأثير على الانسان:

كنا قد بينا سابقا اثار التعرض لفترات متباينة إلى تراكيز مختلفة من ثاني اوكسيد الكبريت وكنا قد ذكرنا ان الدراسات اظهرت ان اشد الناس تأثرا عند احتواء الهواء على غاز ثاني اوكسيد الكبريت هم اولئك الذين يشكون من متاعب في اجهزتهم التنفسية، وبامكان التجويف الانفي في الانسان امتصاص 95٪ من SO_2 عند احتواء الهواء على تراكيز عالية من هذا الغاز، ولكن قابلية الامتصاص هذه تنخفض إلى اقل من 50٪ في حالة التراكيز القليلة كما ان اضطرارا إلى التنفس من خلال الفم (كما هي الحالة عادة عند المصابين بمشاكل في الجهاز التنفسي) يؤدي إلى ايصال كميات كبيرة نسبيا من غاز SO_2 إلى الرئة وكما هو متوقع.

تزداد الاثار التخريبية لغاز SO_2 حين ترافقه مع دقائق الغبار الصناعي وفي هذا النوع من الترافق يتكون ما يعرف بايروسول الكبريتات، وهي مادة خطرة جدا، اثارها التخريبية اكثر من اربعة اضعاف تأثيرات SO_2 لوحده. لهذا الايروسول القابلية على اختراق اعماق رئة الانسان، والبقاء هناك للفترات طويلة، وله القابلية على شل حركة الشعيرات الرئوية، وبهذا تزداد فترة بقاء هذا الايروسول في الرئة واحداث مزيد من التخريبات المميتة فيها. يعتقد معظم الباحثين الصحيين في الوقت الحاضر ان ايروسول الكبريتات هو اخطر الملوثات الهوائية على صحة كبار السن والمرضى من الناس.

كان الاعتقاد السائد والى حد عام 1973 ان الكبريتات تتكون في الطبقات العالية من الجو بعد وصول غاز SO_2 لها عن طريق المداخن العالية، ولكن حدث في العام نفسه ان قدمت براهين على ان تكون الكبريتات يحدث ايضا في طبقات الجو السفلى وبصورة ادق حتى في الشوارع داخل المدن نتيجة الانبعاث نسبة معينة من غاز SO_2 من احتراق الكازولين في السيارات والذي يحتوي في العادة بين 0.04٪ إلى 0.08٪ كبريت وتقدر كمية الحامض المتسببة من السيارة العادية 0.05 غرام لكل ميل تقطعه السيارة.

تأثير اكسيد الكبريت على المواد والممتلكات:

تتكون حوامض قوية عند ذوبان اكاسيد الكبريت في الماء (اما H_2SO_3 أو H_2SO_4) ومن معرفتنا لاسس الكيمياء فان هذه الحوامض تقوم بتخريبات كبيرة للمواد والممتلكات وتؤدي تأثيرات سلبية جمة اهمها:

1- التاثير على الاصباغ بصورة عامة اما بازالتها أو تبقعها أو تغيير لونها.

2- احداث التآكل للمعادن خاصة الحديدية منها.

3- التـأثير علـى المـواد البنائيـة حيـث ان معظمهـا يـدخل في تكوينهـا مـادة اللايمستون (كاربونات الكالسيوم- $CaCO_3$) التي تتفاعل بسرعة مع حامض الكبريتيك:

وبذلك تحدث تخلخلات وتشققات في الابنية والهياكل.

4- التأثير على الجلود وعلى مواصفاتها وموادها الدبغية.

5- التأثير على الورق والمنتجات الورقية، وما اكثرها في حياتنا اليومية.

12. غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S

الرائحة الكريهة لهذا الغاز اضافة إلى سميته العالية تجعله من اكثر الملوثات الهوائية ازعاجا. وتشبه رائحة هذا الغاز الرائحة المنبعثة من البيض الفاسد، وينتج هذا الغاز من مصادر طبيعته بالدرجة الاساس وذلك بواسطة التفسخ البكـتيري للمركبات العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية ومن اهم مصادره المياه الآسنة، والمستنقعات الكثيفـة والاوحـال. وتقـدر كميـة غـاز H_2S المنبعثـة مـن المصـدر الطبيعية عموما بـ70 مليون طن في السنة.

ينتج هذا الغاز من فعاليات الانسـان كـذلك ومـن اهـم هـذه الفعاليـات معالجة المياه الآسنة ومن الصناعات النفطية ومن تعدين الخامات الكبريتيدية.

يعد غاز H_2S من الغازات السامة جدا وتفوق سميتـه عشـرات اضـعاف سمية غاز اول اوكسيد الكـاربون (CO) ومـن الحـوادث الكـبيرة المسـجلة عـن التسمم بهذا الغاز تسربه من احدى المصافي في المكسيك في منطقة بوزاريكا عـام 1950 فقد ادى هذا التسرب إلى اصابة 320 شخصا باعراض مختلفة من التسمم وادى إلى وفاة 20 شخصا منهم. ومن مخاطر هـذا الغـاز ايضـا انـه عنـد ازديـاد تركيزه على حد معين تنفقد قابليـة التحسـس بـه عـن طريـق حاسـة الشـم. ان

الحدود للاحساس برائحة غاز H_2S عند البشر تتراوح بين (0.025 إلى 1.000) جزء بالمليون.

غاز كبريتيد الهيدروجين ينبعث من مصادر طبيعية مختلفة مثل ثورات البراكين التي تنطلق منه كميات لا بأس بها فضلاً عن كميات اكبر منه ناتجة من تحلل المواد العضوية ذات الأصل النباتي والحيواني خاصة في البيئات الرطبة والمائية وتحت تأثير البكتيريا اللاهوائية التي تهاجم الكبريتات وتحولها بعملية اختزال إلى كبريتيد. ويمكن ان تحدث نفس عملية التحلل هذه في مواقع طمر النفايات تحت الارض مما يؤدي إلى ظهور هذا الغاز بشكل ذائب في المياه الجوفية. بمعنى آخر تسبب في تلوث هذه المياه. كما ينبعث الغاز كذلك في مواقع طبيعية وعيون كبريتية لاسيما الساخنة منها، ومن أحواض تصفية مياه المجاري بسبب عمليات تفسخ الفضلات العضوية. ينتج الغاز خلال الانشطة الصناعية مثل عمليات الدباغة بسبب استخدام بعض المركبات الكيمياوية التي تسبب في انبعاثه. كما ينبعث الغاز من عمليات تصفية النفط الحاوي على تراكيز عالية من الكبريت.

علماً ان كبريتيد الهيدروجين عديم اللون وسام جداً وتبلغ درجة سميته بنفس سمية غاز السيانيد تقريباً. وله رائحة نفاذة وكريهة تشبه رائحة البيض الفاسد. يمكن لهذا الغاز اختراق اغشية الحويصلات الرئوية بسهولة ليصل إلى الدم ومنه إلى اعضاء الجسم كافة مسبباً الصداع والغثيان مع تخرش العينين يصاحبها احياناً

ملوثات أخرى للهواء

مسببات السرطان (Carcinogens)

من الامثلة على المركبات المسببة للسرطان الموجودة في اجواء المدن المزدحمة هي المركبات الهيدروكاربونية الاروماتية متعددة الحلقة (Polycyclic aromatics) وتتكون هذه المركبات في اثناء احتراق الوقود في مكائن السيارات سواء تلك المسيرة بالكازولين ام تلك المسيرة بزيت الغاز. ان اهم مركبين في هذه العائلة من المركبات الهيدروكاربونية هما البنزوبايرين والبنزلنثراسين.

ان هذين المركبين فير طيارين ويكونان محمولين على المواد الصلبة والمواد المتبلمرة الموجودة في الهواء.

تكون ثبوتية هذا النوع من المركبات الكيمياوية ضعيفة وتتغير صفاتها الكيمياوية نتيجة لتعرضها إلى ضوء الشمس أو تفاعلها مع ملوثات الهواء الاخرى ولكن بسبب كون سرعة قذفها إلى البيئة (الهواء) اعلى من سرعة ازالتها لذا فان تراكيزها في تزايد في اجواء المدن المزدحمة وتعد من العوامل المهمة التي تسهم في احداث سرطانات الرئة وسرطانات الجلد. وتظهر نتائج قياس تراكيز هذه المواد انها عالية في اجواء المدن المزدحمة مقارنة بتراكيزها في المناطق الريفية.

مسببات الحساسية في الهواء (Aeroallergens)

تكون هذه المواد متطايرة في الهواء وتسبب حساسية لبعض الناس، وان معظمها من اصل طبيعي، ولكن بعضها يتسبب من جود صناعات معينة. بعض المصادر الطبيعية لهذه المواد هي: غبار الطلع والسبورات (Spores) والخمائر والتعفنات (مصادر نباتية) والشعر والفرو والرئيس الناعم (مصادر حيوانية).

هناك العديد من الصناعات الحديثة تقذف دقائق (غبار صناعي) في الجو تسبب حساسية مرضية أو نوع من الربو للعديد من الناس، وكمثال على ذلك مرض ربو يوكوهاما الذي لوحظ لاول مرة في اليابان والذي يتسبب من صناعة استخراج دهن الخروع، وهناك مرض مشابه له ينتج من التعامل مع نبات القطن وعزل الالياف القطنية وتسهم الصناعات التعدينية كذلك في زيادة ارماض الحساسية حيث ان الغبار الناتج من بعض هذه الصناعات وكذلك صدأ بعض المعادن بسبب حساسية لبعض الناس العاملين في هذه الصناعات، أو من سكنة المناطق المجاورة لها.

التدخين (Sigarret Smoking)

يعرف التدخين بانه تمرض اختياري بالنسبة للمدخن نفسه، ولكنه تمرض اجباري بالنسبة للناس غير المدخنين الموجودين مع المدخن في اثناء تدخينه، اذ يسبب تدخين السكائر مرض سرطان الرئة نتيجة لما يحتويه من القطران والمشتقات النيكوتينية المؤكسدة بدرجات متباينة في اثناء اشتعال السيكارة. ولتأكيد العلاقة بين التدخين والاصابة بمرض سرطان الرئة.

ونضيف ملاحظة نهائية إلى مضار التدخين وهي ان المدخن يظهر اكبر من عمره الحقيقي بسبب التجاعيد غير الاعتيادية التي تظهر على وجهه بسبب التدخين.

رابعاً: التلوث الاشعاعي: Radiation Pollution

يعتبر الاشعاع ظاهرة طبيعية يحيط بالإنسان في كل مكان في حياته اليومية. وقد أدى نشاط الإنسان إلى زيادة تراكيزه في بعض المواقع أو بسبب حوادث

عرضية أو مشاكل صناعية معينة أو سوء إدارة مما تؤدي إلى حالات تلوث خطيرة.

فالتسرب الإشعاعي خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية أو بسبب التجارب النووية أو النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الاصطناعية، أو بسبب القمامة الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيمياويات المعاملة اشعاعياً. حيث تصل هذه الاشعاعات إلى الارض ملوثة الهواء والماء والتربة والغذاء مما يؤدي إلى مخاطر مميتة وقاتلة للإنسان والكائنات الحية الاخرى، أو احداث تشوهات واختلالات في النظم الحيوية وحسب مستوى الجرعات الاشعاعية ونوعها.

يعرف التلوث الاشعاعي: بأنه انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية أو من النفايات المشعة، أو اي مصدر يستعمل في الاشعاع، بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للإشعاع بشكل مباشر أو غير مباشر خلال تركيزها في الهواء أو الماء أو التربة أو الغذاء.

أنواع الجسيمات الاشعاعية:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الجسيمات الاشعاعية هي:

1. جسيمات الفا (α) Alpha Particles:

تتكون هذه الجسيمات من زوج من البروتونات مع زوج من النيوترونات وتكون موجبة الشحنة. مصدرها الطبيعي عنصر الراديوم والثوريوم. وتتميز هذه الجسيمات بكتلتها الكبيرة قياساً بأنواع الاشعاع الاخرى ولكن سرعتها اقل

منها. وأقل منها في القدرة على اختراق الاجسام التي تصطدم بها. فقد يتعذر عليها اختراق ورقة كتابة اعتيادية، أنها لا تتمكن من اختراق الجلد. ولكن الضرر الفعلي يحدث فقط عندما يتم دخول جسيمات هذه الاشعة عن طريق اي من الجهازين الهضمي والتنفسي إلى داخل اجهزة الإنسان والحيوان وبهاتين الطريقتين تصبح هذه الجسيمات في حالة تماس مباشر مع انسجة واعضاء الجسم الداخلية وبذلك تسبب الضرب لخلايا هذه الانسجة.

2. جسيمات بيتا (β) Beta Particles

تنبعث هذه الجسيمات من أنوية المخلفات النووية الانحلالية لليورانيوم. وتتألف من الكترونات فقط وبذلك فهي اصغر من جسيمات ألفا بحوالي سبعة ألاف مرة تقريباً وتزداد بذلك قابلية اخترقها الحواجز. تتميز بسرعتها الكبيرة جداً فضلاً عن طاقتها العالية. وكلا الصفتين تجعلانها ذات قوة تدميرية كبيرة جداً. ومن صفاتها ايضاً قدرتها على اختراق الاجسام الحية بعمق سنتمتر واحد. وتكون هذه الجسيمات مشحونة الشحنة السالبة.

3. اشعة كاما (γ) Gamma ray

تختلف اشعة كاما اختلافاً تاماً عن بقية انواع الاشعاع باستثناء كونها ذات مصدر نووي فهي عبارة ان أمواج كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة (3×10^{10}) م/ ثا ولها القدرة على اختراق الاجسام الكبيرة بدرجة اكبر من اشعاعات الفا وبيتا. وهي تحمل شحنة متعادلة تشبه النيوترون وتمتاز بأنها ذات طبيعة فوتونية عالية.

مصدرها الصناعي الكوبالت 60 والسيزيوم 137 واليود المشع 131. تشبه

أشعة كاما الاشعة السينية x-ray، وكلا النوعين من الاشعاع (كاما والسينية) يتميز بقوة اختراق عظيمة إذ يتمكنان من اختراق جسم الإنسان بشكل كامل.

وحدات قياس الاشعاع:

توجد اكثر من وحدة قياس للجرعات الاشعاعية الممتصة وهي:

1. الرد Rad: وهو عبارة عن كمية الاشعة التي يمتصها كيلوغرام من المادة المعرضة للإشعاع.
2. الريم:Rem: وهي عبارة عن كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيراً بايولوجياً يعادل تأثير (1) راد.
3. الكراي Gray: الذي يعادل (100) راد.
4. السيفرت Sievert: الذي يساوي (100) راد ويعادل كذلك (100) ريم اي ان الكراي والسيفرت متساويان كوحدتي قياس الاشعة.
5. الكوري Curie: المشتقة من اسم العالمة السويدية مدام كوري. وتستخدم هذه الوحدة لوصف فعالية المصدر المشع اي معدل الانحلال المتسلسل الاشعاعي في الثانية الواحدة.
6. الرونتجن Roentegen: وهي وحدات تستخدم لوصف التعرض إلى الاشعة السينية أو إلى اشعة كاما.

التأثيرات البيولوجية للإشعاع:

تعتمد التأثيرات البايولوجية للإشعاع على شدة التعرض ومدته. كما تعتمد خطورة الاشعاع على نوع الخلايا المصابة في عموم الجسم. ففي الخلايا الجسمية على سبيل المثال تفقد سيطرتها على آلية الانقسام مما يقود إلى تكون

ورم سرطاني. أما الخلايا الجنسية التي تتعرض إلى الاشعاع فأنها تؤدي إلى تشوهات خلقية.

ان الجرعة المميتة من الاشعاع هي بحدود (10000) راد وتكون نسبة الوفاة (100٪). وعندما يتعرض الجسم إلى (100000) راد فالموت يكون في الحال أو بعد دقائق من التعرض بسبب تدمير عدد كبير من الانزيمات والفعاليات الحيوية للخلايا والانسجة.

رابعاً: التدخين Smoking

يعد التدخين ضمن التلوث الذاتي Personal Pollution. اذ ان الشخص المدخن يقوم بتلويث ذاته بصيغة طوعية. ومع ذلك تؤدي عملية التدخين إلى تلويث الأماكن التي يرتادها المدخنون وبذلك يصح استخدام تعبير التدخين السلبي passive smoking وهو عبارة عن تعرض الاشخاص الذين يعيشون أو يقيمون مع المدخن وقتياً أو دائمياً إلى التلوث بدخان التبغ المحترق دون رغبتهم.

يحتوي دخان التبغ بأنواعه وطرق تحضيره المختلفة على مجموعة كبيرة ومعقدة من المواد والمركبات يصل عددها اكثر من (3800) مادة كيمياوية اما بشكل غازات أو على هيئة جسيمات. كما ان مركب النيكوتين الموجود في السكائر الذي يعد منبهاً للجهاز العصبي المركزي ويسبب تغيرات فسيولوجية ونفسية متميزة في الإنسان، ويؤثر في الدورة الدموية التي تؤدي إلى امراض القلب. علماً ان الجرعة القاتلة Lethal dose (LD) من النيكوتين هي (60) مليغرام حيث تكون مميتة اذا حقنت في دم الإنسان.

لذا فالتدخين يعد سبباً في هلاك عدة ملايين من البشر، اذ تقدر منظمة الصحة العالمية (WHO) ان هناك ما لا يقل عن (2.5) مليون شخص يموتون

سنوياً بسبب امراض متسببة عن التدخين أو مرتبطة باستخدام التبغ مثل سرطان الرئة، وامراض القلب والشرايين التاجية، والانسداد الرئوي المزمن. وتؤكد منظمة الصحة العالمية ان المرأة هي اكثر حساسية لتأثير دخان السكائر من الرجل ويعود ذلك سبب إلى اسباب فسلجية بحتة.

التلوث الضوضائي Noise pollution

قبل القرن الماضي كانت مصادر الضوضاء مقتصرة على بعض الوحدات في المصانع أو على الجنود في سوح المعارك. اما في ايامنا الحالية فقد اقتحمت الضوضاء كافة مرافق حياتنا و غدت عنصرا مزعجا لراحة الانسان ليس في المصانع فقط ولكن لنا جميعا سواء في الشارع أو على الطرقات الخارجية ام في المحطات أو المطارات. وحتى في عقر دارنا وكلنا قد احسسنا الفرق بين حياتنا الصاخبة ومعيشتنا وسط الضوضاء عند انقطاع التيار الكهربائي وحدوث الهدوء والسكون المفاجئ حينما تتوقف الثلاجة و المجمدة عن العمل. لقد تسللت الضوضاء إلى حياتنا بهدوء وبدون ان نشعر بسبب قابلية الانسان على التعود- التكيف (Adaptation).

يؤدي التعرض المستمر إلى الضوضاء إلى فقدان جزئي أو كلي للسمع مع تقدم العمر. ويقدر عدد الناس في كافة انحاء العالم لفئة العمر 50-60 سنة الذين فقدوا سمعهم جزئيا أو كليا بعشرات الملايين ومن المتوقع ان تزداد نسبة هؤلاء الناس بالنسبة للجيل الحاظر من الشباب عند بلوغهم تلك السن بسبب تعرضهم المتزايد إلى الضوضاء مقارنة بالاجيال التي سبقتهم.

انتقال الصوت وقابلية الاذن البشرية على الاحساس به:

تتكون ظاهرة الصوت من عملية احداث ذبذبة لجسم ما بتاثير ميكانيكي معين وان ارتطام الجسم المتذبذب بجزيئات الهواء وانسحابه منها واعادة ارتطامه بها يولد حركة موجية في جزيئات الهواء المرنة وهذه الحركة الموجية تنتقل في جميع الاتجاهات وتصل الاذن البشرية وتحدث هذه الحركة الموجية ضغطا ذا شدة معينة على غشاء الطبلة في الاذن وان اهتزاز هذا الغشاء بحركة موجية تشابه الحركة الموجية لجزيئات الهوا يحرك الاجزاء الداخلة في الاذن وصولا إلى الاعصاب السمعية التي تنقل الاحساس إلى الدماغ وهناك يتم تفسير المصدر الاصلي الذي نشات منه الصوت.

تتاثر الاذن البشرية بالاصوات حولها سواء كانت ضمن الحدود الطبيعية المقبولة ام انها تتعدى هذه الحدود وتشكل مصدرا مزعجا وذلك عن طريق ضغط الموجة الصوتية. هناك مجال واسع لتغيير الضغط الموجي بين الاصوات الخافتة والعالية وقد يقاس مدى هذا التغير في الضغط الموجي بملايين المرات بين الحالتين. لا تستجيب الاذن البشرية إلى التغيير في الضغط الموجي بصورة خطية طردية بل بصورة شبه لوغارتمية ولذا فان الاذن البشرية تستطيع التفريق بين مصدرين مصوتين في حالة الضغوط الموجية الواطئة حتى لو كان فرق الضغط بينهما قليلا. اما في حالة الاصوات العالية فيجب ان يكون فرق الضغط بينهما كبيرا كي يمكن للاذن التفريق بين أي مصدرين مصوتين.

وبسبب خاصية الاستجابة اللوغارتمية للاذن البشرية وصعوبة التعامل مع فروقات في الضغط الموجي بين مصادر الصوتية التي قد تتعدى ملايين المرات بين مصدر صوتي واخر، تستعمل وحدة الديسبل (decibel) في مجال علم الاصوات

وتستعمل هذه الوحدة للتعبير عن ضغط الموجة الصوتية وقوة الصوت وشدته وتعرف كما يلي:

الديسبل = 10 لو 10قيمة مقاسة \ قيمة مصدرية

وعند قياس مستوى الضغط الصوتي sound pressure level (SPL)

$$SPL = 10 \text{ Log } 10 \ \frac{\text{MBar}}{0.0002 \text{ bar}} \quad \frac{\text{(الضغط مقاس بالميكرو بار)}}{\text{(الضغط المصدري)}}$$

$$= 10 \text{ Log } 10 \ \frac{p}{p_0}$$

$$= 20 \text{ Log } 10 \ \frac{p}{p_0}$$

يمكن التعبير عن الضغط الصوتي بوحدات مختلفة وتعد وحدة المايكرو بار من الوحدات الاكثر قبولا في هذا المجال وتساوي جزءا واحدا من المليون جزء من الضغط الجوي الاعتيادي.

التاثيرات الضارة للضوضاء:

أ- فقدان الجزئي أو الكلي للسمع:

تعد الوظيفة الاساسية للاذن تحويل الموجات الصوتية إلى اشارات كهربائية أو عصبية ترسل إلى الدماغ لتفسيرها وقد يكون ضروري هنا ان نعطي لمحة سريعة عن قيام الاذن بوظيفتها هذه. تتكون الاذن البشرية من ثلاث اجزاء رئيسية: الاذن الخارجية والاذن الوسطى والاذن الداخلية. تجمع الموجات الصوتية بواسطة صيوان الاذن Pinna وهو جزء من الاذن الخارجية وتنتقل

الذي يبدا بالاهتزاز بنفس طول الموجة الصوتية المصطدمة به. ويؤدي بدوره إلى تحريك ثلاث عضام متصلة ببعضها: المطرقة Hammer والسندان Anvil وعضم ثالث بشكل نصف حلقة Stirrup bone ويوصف بانه عظم تهيج سائل الاذن الداخلية يتصل بالسندان من جهة ومن جهة أخرى بالنافذة الاوفالية من الجهة الاخرى و تمثل هذه العظام الثلاثة الاذن الوسطى:

تكون النافذة الاوفالية بشكل غشاء يهتز حسب اهتزازات عظم تهيج سائل الاذن الداخلية وتنتقل هذه الاهتزازات إلى سائل في قنلة الاذن الداخلية التي تكون بشكل حلزوني وتحوي غشاءا طويلا Membrane basilar تتصل به خلايا شعرية تربط بالاعصاب السمعية وتقوم هذه الخلايا الشعرية بتحويل الاهتزازات السائل في القناة الحلزونية إلى اشارات كهربائية ترسل إلى الدماغ عن طريق العصب السمعي.

ان الضوضاء أو ما نعرفه بالتلوث الضوضائي لا يؤثر على الاذن الخارجية أو الوسطى ما عدا في حالات غريبة جدا عند تعرض الاذن إلى صوت قوي ومفاجئ مثل انفجار كبير قريب، فقد يؤدي إلى تمزق غشاء الطبلة. تتعزى تاثيرات الضوضاء وفقدان السمع الجزئي أو الكلي بسببها إلى تاثيرات الفيزياوية السلبية والتدريجية على الخلايا الشعرية للاعصاب الصمعية بارغن كوتي organ of coti. توجد عادة 17 الف خلية شعرية تتوزع على مسافة 34 ملمتر في ارغن كوتي. فلو قد تستجيب هذه الخلايا إلى اطوال موجية مختلفة في كل منطقة على امتداد القناة ز فلو تعرض الشخص باستمرار إلى شدة عالية من الضوضاء عند طول موجي محدد فسوف يؤدي ذلك إلى تلف الخلايا الشعرية في المنطقة التي تستجيب إلى طول الموجة الصوتية هذه. وقد يؤدي هذا التاثير بالتدرج إلى فقدان جزئي بالسمع. ولا يكون بامكان الشخص سماع الاصوات

التي تصدر نفس الطول الموجي وهناك امثلة عملية عديدة اثبات ذلك خاصة لدى عمال في المصانع الذين يتعرضون إلى ضوضاء معينة صادرة من احدى المكائن التي يعملون عليها. مثال عمال النسيج وعمال النجارة وقطع الخشب والعاملين على الطواحين المختلفة. وقد بينت الدراسات الخاصة في هذا المجالان التعرض المستمر إلى شدة صوت بمقدار 90ديسبل(db) او اكثرالى فقدان كبير للسمع وان.

اهم العوامل التي تؤدي إلى فقدان السمع هي:

1- مستوى الضوضاء وشدتها. (مستوى db لها)

2- نوع الضوضاء من ناحية تردد الموجة الصوتية. (frequency) أي هي اصوات مضخمة ام رفيعة؟

3- فترة التعرض اليومية.

4- الفترة الكلية للتعرض خلال مجموع عمل الشخص (بالسنين)

5- الخواص الفردية للشخص الواحد من ناحية مقاومته الطبيعية للتاثيرات الصوتية.

ب- تاثيرات أخرى للضوضاء.

(فسلجية و نفسية و ازعاج، psycnological، phsioical and aninoyance)

هناك بعض الدراسات تبين ان نقصان الحليب لدى البقر الحلوب يعزى إلى الضوضاء وزيادتها في مجتمعنا هذا. كما ان هناك دراسات أخرى على التاثير المستمر للانسان إلى الضوضاء تبين التاثيرات الفسيولوجية اضافة إلى الفقدان الجزئي أو الكلي للسمع. من الامثلة على ذلك ان الضوضاء اعلى من 70

ديسبل (db) تؤدي إلى تقلص العضلات المحيطة بالاوعية الدموية مما يؤدي إلى تغيير في دقات القلب و تغير في سرعة التنفس وفي الوقت نفسة يتغير حجم البؤبؤ العين كما ان افرازات العصارات اللعاب تتاثر بالضوضاء، وعند تكرار حدوث الضوضاء نفسه بين فترة وأخرى تقل هذه الانفعالات بالتدريج ويتعود الجسم نفسه عليها. أو ان بعضها يحدث ولكنها لا تثير انتباها للانسان كزيادة أو نقصان الافرازات المعدية وتاثيرات ذلك على فعالية الانسان. هناك دراسات أخرى اثبتت ان نتائجها ان الضوضاء تؤثر على فعاليات أخرى للجسم فقد تؤدي إلى تغيير في تركيب الدم ومستويات الهرمونات ويؤدي التعرض إلى الضوضاء بصورة عامة إلى التعب والتاثير على الاعصاب وتجعل الجسم في حالة مشابهة إلى حالة الدفاع العام عند استنفاد معظم الطاقة الجسم ويضعف مقاومتة فيما بعد. هناك تاثيرات نفسية (psychological) للضوضاء ايضا حيث ان هناك بعض الناس يتاثرون عند موجات معينة من الصوت. تعد هذه التاثيرات شخصية بحتة ولا يمكن تعميمها، الا انها تقع ضمن الموضوع العام وهو ان الضوضاء تسبب ازعاجا للناس.(annoyance).

الصعوبة بمكان ان نحدد قيما لدرجات الازعاج بسبب العلاقة الفردية (الشخصية) للموضوع فالضوضاء التي تؤثر في شخص ماقد لا تؤثر بالرجة نفسها في شخص اخر حتى ان الشخص نفسه قد يتأثر بالضوضاء نفسها بدرجات مختلفة اعتمادا على حالته النفسية اذا كان طبيعا، أو فرحا أو مهموما، فإن درجة انفعاله بالضوضاء يعتمد على حالته. ومع ذلك فقد جرت محاولات لتدريج الازعاج من ابسطها اعطاء قيم عددية لدرجات الانفعال وشدة الازعاج من الضوضاء تتدرج بين 1,4 اعتمادا على الاستئناس باراء مئات والاف الناس المتعرضين إلى مصدر ضوضائي معين، فمثلا يعطي الشكل 9-2 تدرج الازعاج

من ضوضاء الطائرات النفاثة بالنسبة للناس الذين يقطنون مناطق قريبة من المطارات الضخمة. ويظهر هذا الشكل ان الصوت بشدة 104ديسبل يشكل درجة عالية من الضوضاء المزعجة لمعظم الناس، وياخذ قيمة تزيد عن 3على التدرج. ومن الامور التي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند ترج أي مصدر ضوضائي مايأتي:

1- الصفات الفيزياوية للمصدر المصوت (المسبب للضوضاء)والتي تشمل طيف التردد (من اوطا إلى اعلى طول موجة) وطول فترى التعرض (duration) ومجال التردد الذي تتركز فيه اعلى درجة ضوضاء. ويجب ملاحظة ان المحيط الاصلي (background) ان كان هادئا فأن تأثيرات المصدر الجديد المحدث للضوضاء ستكون أكبر بكثير مما لو كان المحيط الأصلي فيه مصادر أخرى للضوضاء.

2- ألضروف الجويه (مشمس، ممطر، عاصف)

3- محيط القياس (صناعي، سكني، قروي): يبين الجدول () مصادر مختلفه للفعاليات المنتجه للضوضاء والعلاقه بين شدة الصوت المستلمه، perceived noise level (pnl) ووقع ذالك على البشر من تأثيرات الضوضاء المزعجه الاخرى التأثير على النوم و خاصه الضوضاء التي تحدث بشدة عاليه في فترات متقطعه والتي تشغل الشخص قبل نومه في توقع حدوثها وازعاجه عند حدوثها مما يسبب له نوماً يفتقر إلى العمق وغير كاف لراحة جسمه. تتوقف شدة التأثير هذه على عمر الشخص وجنسه (ذكر أو أنثى) وعلى وظيفته والدرجه المطلوبه لراحته. لقد وجد ان نسبه من الناس يتأثرون حتى مكيفه الهواء (40 ديسبل) في أثناء النوم وان 20٪ يتأثرون

عندما تزيد شدة الصوت عن (45 ديسبل) في أثناء نومهم. يكون لهذا التأثير علاقه بالخواص الفرديه أيضاً، وهنالك نسبه من الناس تؤدي تأثيرات الضوضاء عليه في أثناء النوم إلى عدم ألاتزان العقلي وفي هذه الحاله تكون خطراً كبير عليهم.

هنالك دراسات أخرى تظهر علاقه بين أنخفاض كفاءة انجاز العمل وشدة الضوضاء في المعامل وقد لوحظ ما يأتي:

1- لا تتأثر كفاءة الانسان عند التعرض (حتى بصورة مستمرة) إلى شدة صوت تقل عن 90ديسبل.

الجدول (11) مصادر مختلفه للفعاليات المنتجه للضوضاء والعلاقه بين شدة الصوت المستلمه، perceived noise level (pnl) وتاثير ذالك على البشر

شدة الضوضاء المستلمه بالديسبل (pndb)	ملاحظات وامثلة على المصدر المصوت	درجة الازعاج
132	مهما كان المصدر يؤدي	خطورةعالية اكثر من الازعاج.
128	إلى تخريبات في الاذن بعد التعرض لمدة 30دقيقة	مزعج جداً
118	--------	مزعج
	طائرات نفاثه سرعتها أقل من الصوت على بعد	درجة متوسطه من الازعاج
113	700 قدم	درجة منخفظه من الازعاج
109	طاحونة صخور	درجة منخفظه من الازعاج
100	شاحنه كبيرة على بعد 50	درجة منخفظه من الازعاج

شدة الضوضاء المستلمه بالديسبل (pndb)	ملاحظات وامثلة على المصدر المصوت	درجة الازعاج
96	قدم	ابتداء الشعور بالازعاج
94 92	حركة المرور وسط المدينة	حدود عليا مقبولة
87	رنين جرس التلفون على بعد 10 أقدام	حدود عليا مقبولة

perceived noise -- db = pndb (*)

2- حدوث رشقات قوية من الضوضاء بما يزيد عن 100ديسبل لها تأثيرات سلبية.

3- تزداد التأثيرات السلبية لنفس الشدة من الصوت عند زيادة التردد و لهذا فأن التردد 1000-2000 هرتز (hz) له تأثيرات سلبيه أعلى من الترددات الاقل من هذا المجال.

4- تؤدي الضوضاء إلى خفض نوعية الانتاج وليس كميته.

5- تؤثر الضوضاء اكثر على انجاز العمليات المعقدة مما تؤثر على انجاز العمليات الروتينة في العمل نختم موضوع التلوث الضوضائي بان نذكر ان هذا النوع من التلوث الذي نتج عن الحضارة والتكنلوجيا الحديثة. يؤدي إلى زيادة في فقدان السمع الجزئي والكلي اضافة إلى ازعاج حياة الناس وتوترها. ويؤدي ايضا في كفاءة الانتاج سواء في المعمل ام في البيوت القريبة من المعامل. أو المطارات. ووحدات توليد الطاقة الكهربائية.نضيف إلى ما ذكرناه وحتى بعدم وجود اثباتات كافيه. بعد عن تأثيرات كافيه حول كون الضوضاء مصدراً للاحتصار النفسي والذي يؤدي إلى زياده ملحوضة في نسب امراض الصداع والعاصبيه والتوتر وقديكون مسببا مهماً في حدوث القرحه المعديه عند بعض الناس.

4: - تشخيص مصدر الضوضاء وبعض طرق السيطرة علية:

مع ان تكنلوجيا على مصادر الضوضاء في الصناعة خاصة كانت موجودة منذ فترات الا انها كانت ولا زالت محصورة بايدي قلة من خبراء المختصين لاسباب معينة ولازال الوضع كذلك حتى في اكثر الدول تقدما.لقد كان الاعتقاد وال وقت قريب ان السيطرة على ان الضوضاء المتسببة من بعض الالات والاجهزة هي قضية فنية اكثر مما هي عملية وان الناحية الفنية تتعلق ببعض الامور التصميمية واسلوب تثبيت الاجهزة بالارض اومع بعضها.وقد اهملت الاسس العلمية للموضوع حتى 90٪من المهندسين الامريكان لم يتلقوا أي معلومات عن تكنلوجيا السيطرة على الضوضاء لا في دراستهم الجامعة ولا بعد التحاقهم بالمؤسسات الصناعية. من المؤكد ان عدم فهم اساسات تكنلوجيا السيطرة على الضوضاء سؤدي إلى ان تبقى هذه المشكلة من الامور المعقدة وسنستمر الحالة في الضوضاء سيؤدي إلى ان الحلول محصورة بايدي قلة من الاختصاصين.

عند وجود مشكلة الضوضاء في محيط ما مكسبا تحليل هذه المشكلة إلى عوامل رئيسة ثلاثة وبمجموعها يعطي الكيان الفيزيائي للمشكلة:

1- المصدر المسبب للضوضاء

2- طريق انتقال الضوضاء

3- مستوى الضوضاء نفسة

أي ان مصدر ما يحدث التي تنتقل في الوسط معين، ومن وجهة النظر الاقتصادية والتكنلوجيا يزداد كلفة معالجة الضوضاء كلما ابتعدنا عن مصدرها المسبب، وتتضمن عملية السيطرة على الضوضاء عمليات تكنلوجية تتعلق

بتصميم الاجـزاء المسـببة للضوضـاء وبطـرق تثبيـت الجهـاز في المصـنع وطـرق تشغيله، عند محاولة السيطرة على الضوضاء عند مصدرها يجب ان نعي المصـادر المحتملة للصوت عند تشغيل الجهـاز المعـين، فهنـاك مصـدر للصـوت ينـتج مـن ارتباط الاجزاء المتحركـة بسـرعه عاليـه مـع الهـواء (air-borne noise) أو مـن عمليات نفخ الهواء- النفاثات. وهناك مصدر آخر ينتج من اهتزاز الجهـاز نفسـه (structural borne noise) وفي كلا النوعين من مصادر الضوضـاء تتـوفر عـدة طرق تكنلوجيه لتقليل الضوضاء التسببة عند المصدر في احيان معينه واذا كانـت السيطرة على الضوضاء عند المصدر غير سهلة التحقيق يصار إلى السيطرة على الضوضاء في الوسط الناقل لها ويتم ذلك عن طريق عـزل الجـزء السـؤول عـن الضوضاء في احد نوعيها المذكورين في اعلاه وقد تستخدم مواد عازلـه مطاطيـه تربطه بين الاجزاء المعدنيه أو في محل اتصال الماكنه بالارض كذلك تستعمل مواد عديدة لتقليل مصدر الضوضاء الناتج عن ارتطـام الاجـزاء المتحركـه بـالهواء أو الناتجه من النفاثات الهوائيـه الدافعـه للـهواء وتقـوم هـذه المـواد بتحويـل طاقـه الارتطام إلى طاقه حراريه ومن هذه المواد الصوف الزجاجي والقطـن والخشـب والصوف المعدني. كما أن هناك مواد أخرى تستعمل لامتصـاص الصـوت فقـد يوضع الجهاز المحدث للضوضاء داخل حيز ماص للصوت جدرانه معمولـة مـن السمنت أو الجص أو الخشب الخاص أو من لوائح مصـنوعة مـن الرصـاص أو الفولاذ.

الخطوة الخيرة في السيطرة على الضوضاء هي وضع المستلم (العامل مثلاً) في حيز معزول عن الضوضاء أو توفير الحمايه الخاصة بأذنه. مثـل هـذه الحمايـه في معظم المعامل ولكن يلاحظ ان العمال يتثاقلون في كل بلدان العالم. لا توجـد طريقه واحدة للسيطرة على الضوضاء ويجب ان تدرس كل حالـة بخصوصـياتها

Svanborg A ،Pedersen K ،Rosenhall U و (1985) ،Karl D. Kryter Montserrat Viladrich- ،Mercedes Sánchez ،Jesús Barreiro و .(1990) Grau (2005)، وتوضع الحلول المناسبه لها.

التلوث الضوئي :Light pollution

يشمل الإفراط في الإضاءة.

السماء ليلا في البلاد تبدو مختلفة بشكل ملحوظ بالقرب من المدينة. المزيد من النجوم واضحة وأكثر إشراقا، وفي بعض المناطق النائية، ومجرة درب التبانة يمتد عبر السماء من الشرق إلى الغرب. في المقابل، أضواء في مدينة تضيء سماء الليل، وتختفي العديد من النجوم. ويسمى الإضاءة في الهواء الطلق الذي يتداخل مع المشهد الطبيعي التلوث الضوئي. كما تنمو المناطق الحضرية، لذلك لا هذا النوع من التلوث. تأثير التلوث الضوئي والمتابعة من خلال وسائل للحد من الإضاءة الزائدة في منطقتكم.

تعريف

التلوث الضوئي يحدث عندما يزداد الضوء الاصطناعي على الإضاءة الطبيعية ليلا. هو واضح لهذه الظاهرة حول المراكز الحضرية، حيث أضواء المدينة يقلل من مشاهدة النجوم والكواكب. بالإضافة إلى سماء أشرقت حول المدن، ويشير أيضا إلى التلوث ضوء أي ضوء في الهواء الطلق الذي يخلق وهج ويتداخل مع البيئة الطبيعية ليلة. وتشير دائرة الحدائق الوطنية إلى مصدر واحد من الضوء الذي يتطفل على الليلة

السبب

ضوء نتائج التلوث من الأضواء في الهواء الطلق تهدف صعودا أو جانبية --- وينثر الضوء في الغلاف الجوي ويعكس مرة أخرى على الأرض. والنتيجة هي توهج السماء. الجسيمات في الغلاف الجوي مسؤولة عن تلوث الهواء إبراز التلوث الضوئي عن طريق زيادة كمية الضوء المبعثر. مصادر الضوء التي تنبعث منها الضوء الأزرق هي التخريبية خاصة إلى سماء الليل نتيجة لزيادة تشتت الضوء.

الآثار

وفقا لدائرة الحدائق الوطنية، أضواء المدينة بقدر 200 ميل بعيدا يقلل منظر سماء الليل. التلوث الضوئي هو مصدر قلق كبير للمراصد كما أضواء من المناطق الحضرية تتنافس مع أضواء من النجوم والكواكب، والحد من الرؤية لمراصد الدراسة من الكائنات. هذا النوع من التلوث يؤثر أيضا على الحياة البرية والنباتات. أضواء الليل تضليل الفقس للسلاحف البحرية، الطيور المهاجرة والحيوانات الليلية. أضواء جذب الحشرات، التي قد تتحول في التدخل مع التلقيح من الزهور ليلية. في البشر، ويمكن أن تلوث الضوء تتداخل مع إيقاعات الساعة البيولوجية الطبيعية عن طريق منع إنتاج الميلاتونين، المادة الكيميائية التي تنظم أنماط النوم. وقد تم ربط مستويات الميلاتونين منخفضة إلى زيادة مخاطر الإصابة بالسرطان.

التخفيض

هناك طرق للحد من التلوث الضوئي، بدءا من حي الخاصة بالمواطن. ان

الأضواء في الهواء الطلق تعكس الهبوط في ما يسمى المواعيد محمية تماما. ضع في الاعتبار أيضا تبادل المصابيح القوة الكهربائية العالية لتلك باهتة واختيار أضواء الدافئة الأبيض مع انبعاثات منخفضة من الضوء الأزرق. وهناك طريقة رائعة لتوفير الطاقة وتقليل ضوء التعدي على ممتلكات الغير هو لإطفاء الأنوار في الهواء الطلق إلا إذا لزم الأمر.

رمي النفايات Littering

التلوث بالفضلات الصلبة:

1- الفضلات الحيوانية: وتقدر نسبتها في البلدان المتقدمة بحوالي 40٪ من وزن كافة الفضلات الصلبة.

2- الفضلات الناتجة من عمليات حفر المناجم: وتمثيل هذه الفضلات حوالي 30٪ في الدول المتقدمة وقد تختلف كثيرا من بلد إلى اخر وقد لا تمثل الانسبة قليلة لبلد كالعراق.

3- الفضلات الزراعية: وتمثل نسبتها بين 15 إلى 20٪ في البلدان الزراعية المتقدمة وقد تكون أقل من ذلك في البلدان الاخرى.

4- الفضلات المنزلية وفضلات الحياة الاجتماعية وتقدر نسبتها بحوالي 7٪ من مجموع الفضلات.

5- الفضلات الصناعية وتقدر نسبتها بحوالي 3٪.

لاتوجد ارقام احصائية عن نسب الفضلات المختلفة في معظم دول العالم الثالث ومن ضمنها العراق، لذا فأن الباحث في موضوعات تتعلق بالفضلات يضطر إلى التقدير والتخمين. ان ترك الفضلات (المنزلية خاصة) تتراكم في

الطرقات وعلى أطراف المجمعات والاحياء السكنية، حتى عند تجميعها وعدم تصريفها وبطرق أطراف المجمعات والاحياء السكنية، حتى عند تجميعها وعدم تصريف بطرق علمية، يمكن ان يؤثر على البيئة وعلى الصحة العامة بدرجات واشكال مختلفة منها ما يأتي:

1- المناظر الكريهة المنافية للذوق السليم.

2- تجمع الذباب والميكروبات والروائح الكريهة وتسبيب مخاطر صحية عديدة.

3- زيادة تلوث الهواء بما يصدر منها من غازات عديدة وغبار.

4- زيادة في تلويث المياه بما ينجرف منها من سوائل ودقائق عند نزول الامطار.

5- التأثير الكبير على التربة والتوازنات الطبيعية فيها.

6- زيادة في الاحتمالات الحرائق.

7- تكون بعض الفضلات الصناعية خطرة جداً وبعضها سام، حتى ان بعضها يملك نشاطا اشعاعيا- خاصة بعض مخلفات المناجم.

عند تحليل الفضلات المنزلية الصلبة المجمعة من احدى المدن في دولة متقدمة.

ان ادراة عملية جميع وتصريف الفضلات الصلبة يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار عوامل عديدة اهمها خزن الفضلات قبل تجميعها، والتجميع والنقل إلى محطات المعاملة، أو الدفن تحت سطح الارض، أو التعريض إلى الجو الخ. وفيما يخص الخزن قبل التجميع فان الطريقة المقبولة أن الفضلات المنزلية تخزن في براميل خاصة مغطاة بصورة محكمة وبذلك يمنع تكاثر الذباب وتجمعه عليها كما تمنع الحيوانات السائبة- مثل القطط والكلاب وغيرها- من العبث بها قبل قدوم

عمال التجميع لاخذها. وهناك توجه للترشيد في كل مرفق من طرق الحياة الحاضرة في الوقت الحاضر في الدول المتقدمة وبعد الانتباه إلى العوامل الكثيرة التي تهم بقاء الانسان على الارض ومن اهم هذه العوامل الحفاظ على مصادر المواد الاولية ومصادر الطاقة لذا فقد تم وضع تشريعات في العديد من هذه الدول بعدم مزج المنتجات الورقية مع بقية الفضلات المنزلية حيث تجمع الفضلات الورقية بصورة مستقلة وتعاد إلى معامل الورق لاعادة تصنيع هذه المادة الحيوية لحضارتنا الحالية والتي تستهلك اعدادا كبيرة من الاشجار والمصادر السليلوزية لتحضير عجينة الورق وحبذا لو تمت مراعاة مثل هذه الامور في كل الاقطار العالم لآن قطع الاشجار وازالة الخضرة له مردودات سلبية وخيمة على البيئة في عموم الارض.

الخطوة الثانية بعد الخزن هي خطوة التجميع وهي اخذ الفضلات الصلبة من أماكن خزنها إلى جهات تصريفها. والمتبع في معظم المجمعات السكنية هو استعمال سيارات تجميع خاصة تتسع لما يقرب من 20 مترا مكعباً من الفضلات وتكون هذه السيارات مزودة بأجهزة انضغاط خاصة (Compaction) لتقليص حجم الفضلات ويتبع احيانا في الدول المتقدمة اسلوب نقل الفضلات الصلبة إلى وحدة وخاصة فيها ويجب ان نذكر بخصوص تسرب السوائل من الحفرة وانسيابها مسافات كبيرة انها قبل امتزاجها مع المياة الجوفية قد تقل بعض المخاطر المتوقعة منها بالنظر امتزاز على انواع من التربة لبعض المواد الضارة فيها، وقد تحدث تغييرات كيمياوية فيها وكذلك تفسخ وامتزاز بعض المواد العضوية المذابة وبما يقلل كثيرا من التأثيرات الضارة للسوائل ان حدث وان امتزجت مع المياة الجوفية.

كلمة اخيرة عن طريقة دفن الفضلات في حفر مضممة علميا انها تعد من احسن الطرق المتبعة في التخلص من الفضلات الصلبة فيما لو توفرت الارض الصالحة للدفن.

التخلص من الفضلات الصلبة بطرق ذات مردود اقتصادي:

ان تحويل الفضلات والملوثات الطيارة والمحطمة للتوازنات البيئية والطبيعية إلى مصادر للمواد الفيدة والمواد الاولية ومصادر للطاقة هو الشغل الشاغل للهيئات العلمية في مختلف انحاء العالم ويعد هذا الموضوع من اهم التحديات العلمية في عصرنا الراهن وقد يكون الانسان أو يكون اعتماداً على تمكنة من حل معادلة تراكم الفضلات والنفايات المتجهة بقوة باتجاه واحد في الوقت الحاظر نظراً لان سرع العمليات الطبيعية في تفكيك الفضلات واعادتها إلى مكوناتها الاولية هي سرع بطيئة مقارنة بالسرع التي يجري تراكمها في عصرنا الحالي. ويتمثل نجاح الانسان في مجابهة هذا الموضوع بنجاحه في اسلوبين اساسيين الاول: هو ايجاد طرق جديدة لمساعدة الطبيعة في قيامها بتفسخ الفضلات واعادتها إلى مكوناتها الاولية وقد ذكرنا عدة امثلة في الفصل الخامس عند الكلام عن ملوثات المياه واما الاسلوب الثاني فيتمثل في ايجاد واستعمالات جديدة للفضلات في مجالات مهمة في حياة الانسان وبذلك يوفر في المواد الاولية الازمة لتصنيع المواد في تلك الاستعمالات هذا من ناحية ومن ناحية الاخرى فصل بعض المواد من الفضلات واعادة استعمالها من جديد مثل النفايات الورقية والنفايات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية، وبذلك يمكن التوفير في المواد الاولية وفي الطاقة وفي الايدي العاملة والتكاليف الانتاجية الاخرى.

ان اهم العمليات التي تقع ضمن موضوع الاستفادة من النفايات الصلبة والتي سيتم شرحها في هذا الفصل هي:

1- الهضم الحراري.

2- الهضم البايولوجي.

3- استعمال النفايات كوقود صلب.

4- طرق الاستعادة والتدوير.

أ- الهضم الحراري للفضلات الصلبة:

استعملت الفضلات الصلبة سماداً نباتيا منذ القدم وفي معظم دول العالم ولازالت حتى الان في العديد من الدول- الا ان هناك محاذير صحية عديدة من هذا الاستعمال المباشر والذي نتج عنه في حالات عديدة نقل الاوبئة والامراض، حيث ان بعض انواع الفضلات الصلبة وسط طبيعي لجزء من دورات حياة الديدان والعديد من الحشرات والجراثيم. يمكن ان نحدث انقلاباً كبيراً ونقضي على معظم المخاوف الصحية المحتملة من هذه الفضلات فيما لو طبخت حراريا، وهذا هو اساس طريقة الهضم الحراري للفضلات، فبعد ان يتم تجميعها خاصة تلك المركزة بالمواد العضوية كالفضلات المنزلية وفضلات المطاعم ومعامل تعليب اللحوم والفواكه- تزال القطع الحديدية والمعدنية وغيرها- ان كانت ممزوجة معها- ثم تدخل الفضلات في قدور خاصة وتطبخ في ظروف حرارية معينة لفترة محسوبة، وبذلك تتحول إلى رداغ سائل، وقد يتم الطبخ (الهضم الحراري) في قدور مغلقة- أي تحت قليل من الضغط- وبعد هذه العملية يبرد الرداغ وينقل بواسطة السيارات أو القطارات أو بواسطة انابيب

خاصة إلى محطات توزيعه خارج المدن ويرش هناك على الاراضي الزراعية أو الاراضي التي تتطلب الاستصلاح.

يحوي الرداغ المهضوم حراريا على 97٪ من تركيبه ماء وما تبقى مواد صلبة مذابة أو عالقة، تحوي في تركيبها اهم عناصر تسميد التربة- اي النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (N، P، K) وقد تعدل هذه المحتويات احيانا باضافة نسب معينة من هذه المواد قبل رش الرداغ المهضوم على الاراضي الزراعية. ومن الاستعمالات المهمة لهذا ارداغ تحويل الاتربة المستخرجة أو المقشوطة في العمليات التعدينية وحفر المناجم إلى تربة زراعية مفيدة

ب- الهضم الكيميائي الحياتي (البايولوجي) للفضلات الصلبة:

يتم في هذه الطريقة تفسيخ بايوكيميائي للفضلات العضوية الصلبة وتحويلها إلى مواد غير مؤذية تستعمل سماداً نباتياً. تجري هذه العملية في حقيقتها من قبل الطبيعة وقد استعملت منذ عصور قديمة جداً (ولا زالت) بأن تجميع الفضلات.

تتلخص الطريقة بأنها تتكون من المغذيات الصلبة الخام بعد تجمعها بواسطة حزام ناقل وتمرر على مغناطيس كبير يسحب قطع الحديد ومعادن أخرى وتزال القطع الصغيره أو الخشبية الكبيرة وما تبقى من الفضلات العضوية ويتم ادخالها إلى وحدة تقطيع وسحق ثم إلى وحدة خزن العجينة المتكونه بعد اضافة ماء إلى الفضلات المقطعة بشكل ناعم بعد ذلك نفرش على سمك قدم في حاوية طول ضلعها 12 قدم ثم تدخل في وحة هضم بايوكيمائية منظمة الحرارة وتترك لفترة من الزمن وتحصل على سماد يجمع في اكياس وفي بعض الحالات

تضاف عليه عناصر (N، P، K) الفوسفور والنتروجين والبوتاسوم حتى يتكـون سماد ذات مواصفات كيميائية جيدة.

الفضلات المستهلكة للاوكسجين

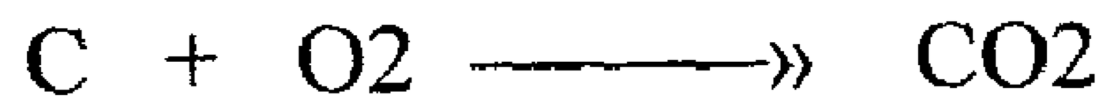
لا يمكن الاستغناء عن الاوكسجين المذاب في الماء (Dissolved oxygen D.O.) حتى في حالة انخفاض تركيزه دون مستوى معين لادامة الحياة المائية- الحيوانية والنباتية- ويتوقف بقاء هذه الاحياء على قابلية الجسم المائي- نهر، بحيرة أو بحر- لتزويد تركيز بحد ادنى من الاوكسجين المذاب يكفي لادامة اشكال الحياة المائية في هذا الجسم المائي، تحتاج الاسماك النسبة ال8عليا من الاوكسجين المذاب تليها اللافقرات ثم البكتريا والنباتات ز ويجب ان لا يقل تركيز الاوكسجين في المياه الدافئة عن 5 ملغم باللتر (5 جزء بالمليون) لادامة حياة الاسماك في حين يجب ان يكون اكثر من ذلك بقليل (6 اجزاء بالمليون) في المياه الباردة ز تعتمد درجة اشباع الماء من الاوكسجين المذاب على درجة حرارة الماء وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر وكمثال على ذلك ما يأتي:

1. التركيز عند الاشباع 9,1 جزء بالمليون في درجة 20°م عند مستوى سطح البحر.
2. التركيز عند الاشباع 8.2 جزء بالمليون في درجة 20°م عند الارتفاع (3000)قدم.
3. التركيز عند الاشباع 7.4 جزء بالمليون في درجة 20°م عند الارتفاع (6000)قدم.

عندما يكون تركيز الاوكسجين المذاب في اي جسم مائي اقل من الحد المطلوب لادامة الحياة فيه يعد الجسم المائي ملوثا، ومن اهم الاسباب التي تؤدي

إلى انخفاض مستويات الاوكسجين المذاب استهلاكه من قبل البكتريا الهوائية التي تقوم بتفسيخ المواد العضوية المذابة إلى عواملها الاولية. قد تصنف بعض المواد اللاعضوية ضمن هذه النوع من الملوثات، ولكن في الحقيقة ان معظم هذه المواد تكون عضوية مثل الفضلات الغذائية من المنازل وفضلات معامل تعليب المواد الغذائية وعامل الورق والنواتج العرضية وفضلات معامل الدباغة وفضلات المياه من المجازر والمزارع ومحلات بيع الخضار والفواكه.

يتضمن التفاعل الكيمياوي الرئيس الذي يتم بمساعدة البكتريا تفاعل المكون الاساس في هذه الفضلات (أي الكاربون) مع الاوكسجين المذاب:



$$C + O2 \longrightarrow CO2$$

ويمكن تحليل هذا التفاعل ببساطة في ان 12 غراماً من الكاربون يتطلب 32 غراماً من الاوكسجين المذاب لتأكسدها بصورة كاملة إلى غاز ثاني اوكسيد الكاربون، وبصورة تقريبية تكون نسبة الاوكسجين المطلوبة تعادل 3 اضعاف نسبة الكاربون الموجود غير الماء وبعبارة أخرى لو فرضنا كمية الاوكسجين المذابة والمشبعة للماء عند مستوى سطح البحر في المنطقة المعتدلة هو حوالي (9) اجزاء بالمليون فأن بامكانها اكسدة (3) اجزاء بالمليون من الكاربون المذاب تقريبا وبصورة مقربة اكثر إلى مفاهيمنا في الاستعمال اليومي للمياه فان قطرة من الدهن المستعمل في الطعام عند قذفها في الماء تتطلب لاكسدتها كمية من الاوكسجين المذاب اللازمة لتشبيع غالون كامل من الماء. ويظهر هذا المثال اهمية وخطورة المسألة البيئية والسرعة الكبيرة في انحطاط نوعية المياه عند قذف الفضلات الستهلكة للاوكسجين فيه.

مما تقدم اعلاه تبرز الحاجة إلى ايجاد طريقة لمعرفة كمية الملوثات المستهلكة للاوكسجين في اي جسم مائي. يستعمل المقياس في الوقت

الحاضر الذي يعرف ب (الاحتياج الكيمياوي الحيوي للاوكسجين) Biochemical – Oxygen Demand ويرمز له بـ B.O.D بالمصادر الاجنبية. وسنستعمل الرمز نفسه بالنظر لشيوعه عالمياً. وتكون لقيمة هذا المقياس علاقة بكمية الاوكسجين المذاب المطلوبة لاكسدة الفضلات العضوية في الماء. يتم استحصال قيمة B.O.D لاي نموذج مائي عند حفظه في اناء مغلق لمدة 5 ايام وعند درجة درجة حرارة 20°م. ويتم حساب كمية الاوكسجين المذاب قبل وبعد حفظ النموذج بالطريقة والظروف المذكورة توا.

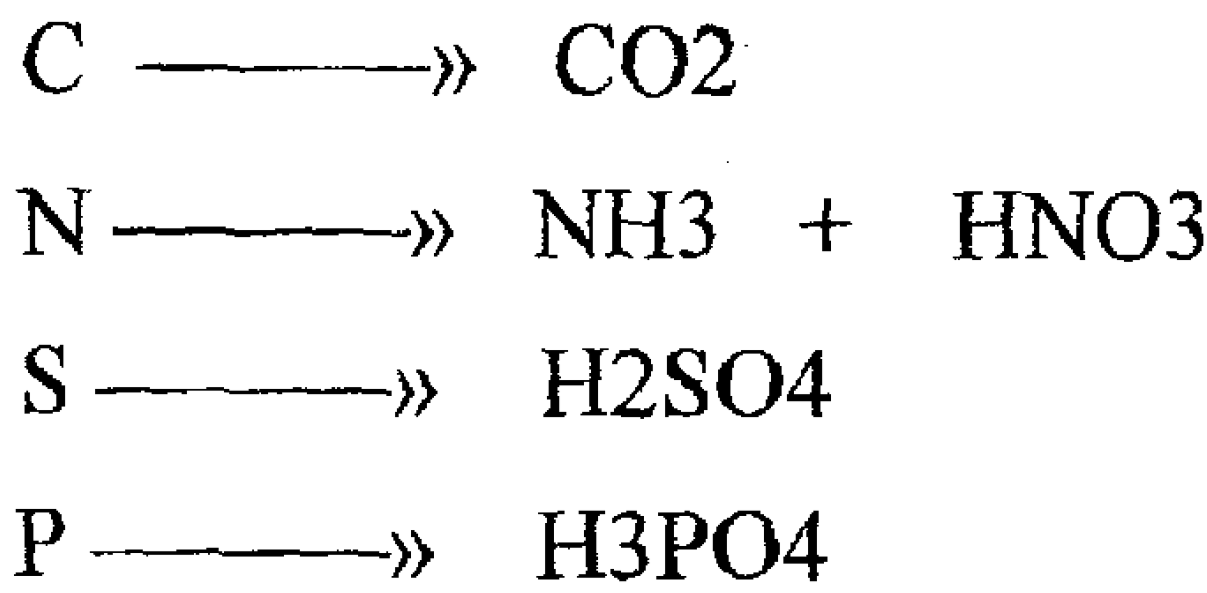
لا تتجاوز قيمة ال B.O.D للماء النقي نسبياً حوالي (1) جزء بالمليون وتكون النقاوة مقبولة عند قيمة الـB.O.D (3) أجزاء بالمليون وتصل النقاوة قيمتها الحرجة عند الـB.O.D يقرب الـ(5) اجزاء بالمليون. اذا اخذنا مثالاً في الولايات المتحدة فان الهيئات الصحية في ذلك البلد تعارض قذف المياه الملوثة بالفضلات العضوية من اي مصدر ان كانت الـB.O.D له تزيد عن 20 جزء بالمليون. ولكن تظهر خطورة المشكلة اذا راجعنا النتائج المستحصلة من البلد نفسه ثمن المصادر السكنية والصناعية لتلويث المياه بالفضلات العضوية المستهلكة للاوكسجين.

ولذا لا يمكن قذف الفضلات المائية من المصادر المذكورة اعلاه بلا معالجة في الاجسام المائية مالم يتم تخفيضها بدرجات كبيرة كي يتسنى للبكتريا الطبيعية في المياه ان تقوم بتفسيخها وتتفاقم المشكلة كثيراً اذا تم تصريف مثل هذه المياه إلى نهر صغير أو بحيرة لا يتبدل ماؤها.

يعزى موت الاحياء المائية (الحيوانات والنباتات) مباشرة إلى نقصان كمية الاوكسجين المذاب الطلوبة لادامة الحياة. هذا بالدرجة الاولى، ولكن من ناحية

أخرى فان اختفاء الاوكسجين من الماء يهيء الظروف لنمو نوع اخر من البكتريا (البكتريا الهوائية) (Anaerobic Bacteria) الـتي تقـوم بتفسـيخ المـواد العضـوية ايضاً ولكن بميكانيكية مختلفة تكون خطورتهـا كـبيرة علـى البيئـة بسـبب تكـون غازات سامة وذات رائحة كريهة، وتكون هذه الميكانيكية هي الغالبـة في تفسـخ الفضلات العضوية في خزانات المياه في المساكن (Septic tank). نعطي في ادنـاه التفاعلات الكيمياوية لتحـول العناصـر الاساسـية في المـواد العضـوية في اثنـاء التفسخ البكتيري الهوائي واللاهوائي وكما هو معلوم فـان اهـم العناصـر لاتـي تكـون المـادة العضـوية في الفضـلات هـي الكـاربون (C) والـنتروجين (N) والكبريت (S) والفسفور (P).

- تفاعلات التفسخ البكتيري الهوائي:

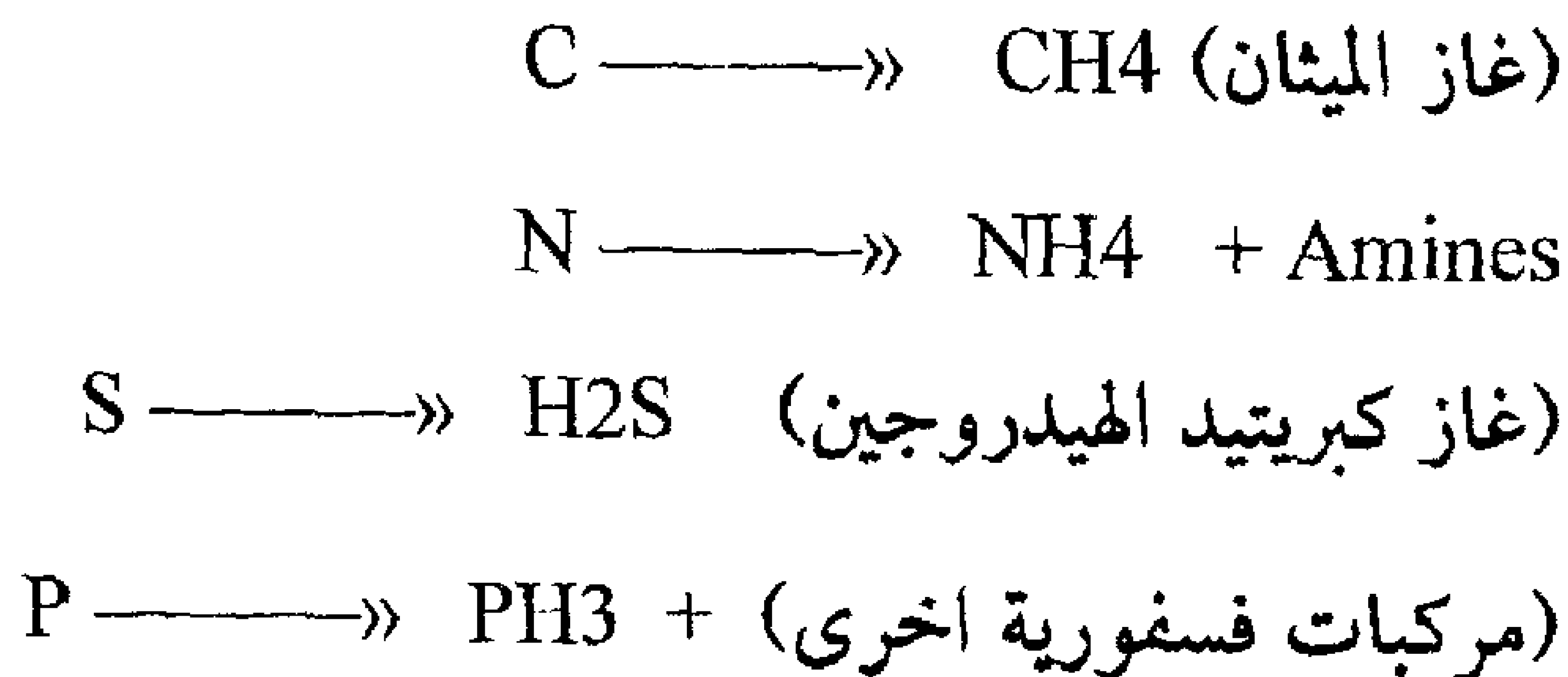

$C \longrightarrow CO_2$

$N \longrightarrow NH_3 + HNO_3$

$S \longrightarrow H_2SO_4$

$P \longrightarrow H_3PO_4$

- تفاعلات التفسخ البكتيري اللاهوائي:


$C \longrightarrow CH_4$ (غاز الميثان)

$N \longrightarrow NH_4 + \text{Amines}$

$S \longrightarrow H_2S$ (غاز كبريتيد الهيدروجين)

$P \longrightarrow PH_3 +$ (مركبات فسفورية اخرى)

يكـون غـاز الميثـان (CH_4) عـديم الرائحـة وقابـل للاشـتعال وتكـون للامينات رائحة تشبه رائحة السمك وتكون لغـاز كبريتيـد الهيـدروجين (H_2S)

رائحة كريهة وهذه المادة ذات سمية عالية، ويكون لمعظم مركبات الفسفور الناتجة رائحة كريهة غير مقبولة. اذا اضفنا إلى مصادر الروائح الكريهة المذكورة في اعلاه روائح كريهة أخرى تسبب من تفسخ الاسماك الميتة والنباتا والاشنات يظهر ان التحول من التفسخ الهوائي إلى اللاهوائي لا يكون محبذاً، خاصة في الا جسام المائية الساكنة مثل البحيرات.

مع ان طريقة ال B.O.D للتعبير عن تركيز الملوثات العضوية المستهلكة للاوكسجين تعد جيدة ومقبولة الا انها تتطلب وقتاً طويلاً لاجرائها ولا تكون ذات دقة عالية عند اعادتها (استساخها) (Reoroducibility) إلى اكثر من ±20٪.

لقد نتم تطوير طريقتين مختبريتين اخريين للتعبير عن نوعية المياه اما لتعويض عن طريقة قياس الـB.O.D أو لاجرائهما مع هذه الطريقة لاعطاء نتائج اكثر شمولية. وهاتان الطريقتان هما:

1- طريقة الاحتياج الكيمياوي للاوكسجين (Chemical Oxygen Demand C.O.D) ويتمو التعويض في هذه الطريقة عن البكتريا في عملية التأكسد بعوامل كيمياوية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم في حامض الكبريتيك ($K_2Cr_2O_4$) وبذا يتم التأكسد بصورة سريعة لا تزيد عن ساعتين. يتم قياس كميةCO_2 الناتج من التاكسد أو قياس كمية $K_2Cr_2O_4$ المسنفذة في التاكسد ويتم ربط هذه القيم مع كمية المادة العضوية الموجودة في الماء. تكون قيم الـC.O.D عادة اعلى من قيم الـB.O.D بسبب الاكسدة التامة لجميع المادة العضوية (مذابة أو غير مذابة) كما قد تكون البكتريا (في طريقة الـB.O.D) عاجزة عن الاكسدة التامة لبعض المركبات العضوية المذابة في حين يتم اكسدتها بصورة تامة في طريقة الـC.O.D على انه يجب

الحذر من التداخلات حين استعمال هذه الطرق حيث من الممكن اكسدة بعضالشوائب اللاعضوية كما أن بعض المواد العضوية تكون مقاومة للتأكسد أو التحلل (refractory) حتى باستعمال الـC.O.D.

2- طريقة تحليل الكاربون العضوي الكلي Total Organic Carbon Analysis (T.O.C) يتم حرق تام للمادة العضوية في هذه الطريقة في درجات حرارية عالية في المجال 900 إلى 1000°م وبوجود حفازات (Catalyst) ملائمة وبذا يتحول جميع الكاربون في المادة العضوية إلى غاز CO_2 التي يتم قياسه بطرق الية متقدمة وبذلك يتسنى الحصول على قيم T.O.C في ظرف دقائق قليلة. وقد شاع استخدام أجهزة قياس الـT.O.C ذاتية التسجيل واصبح استخدامها من الامور الروتينية في مختبرات القياسية النوعية للمياه.

تلوث المياه بمساحيق الغسيل

بدات صناعة مساحيق الغسيل من اواسط الثلاثينات من هذ القرن، بعد ان غدت المواد الاولية لصناعة الصوابين التقليدية وهي الشحوم الحيوانية لا تكفي لحاجات السوق. ولاستعمال هذه الشحوم بصورة متزايدة في الصناعات الغذائية وغيرها مما جعل اسعارها عالية لا تلائم صناعة الصابون. وتطورت صناعات مساحيق الغسيل بشكل مذهل خلال عشرات قليلة من السنين وتمثل هذه الايام اكثر من 80٪ من حاجة السوق العالمية إلى مواد التنظيف.

تتكون خلطة مسحوق الغسيل من 3 مكونات اساسية هي:

1- مادة ذات فعالية سطحية: (Surface active agent) أو (Surfactant): تحضر عادة من المشتقات النفطية ويكون دورها في عملية التنظيف حل

الاوساخ والدهون من الالياف القماشية وسحبها إلى الوسط المائي. تحتوي جزيئة هذه المادة نهاية مستقطبة (polar) تكون مذابة في الماء ونهاية هيدروكاربونية تشبه تركيب المواد الدهنية لذا تمتزج معها وتقوم النهاية المستقطبة بسحب جزيئة المادة ذات الفعالية السطحية والدهون الممتزجة مع نهايتها الهيدروكاربونية إلى الوسط.

2- عامل مرسب Builder: من اهم هذه العوامل هو ثلاثي متعدد الفوسفات الصوديوم (Sodium tri-polyphosphate STPP) تركيبه الكيمياوي $Na_2P_3O_{10}$.

3- اضافات متنوعة: لتحسين بعض الخواص مثل الملمعات والالوان والروائح ومواد من تراكم الاوساخ الوسط المائي وانزيمات.

المشكلة البيئية من تسرب مساحيق الغسيل لا تتعلق بالعامل المنظف ولكنها ذات علاقة بالعامل المرسب من اهم هذه العوامل (STPP) حيث تأتي المشكلة البيئية من الفسفور الموجود في هذا المركب فهو يعد من المغذيات المهمة للنباتات المائية مما يؤدي إلى نمو بصورة غير عادية للنباتات وان نموها هذا يؤدي إلى عدم كفاية الاوكسجين المذاب لكافة اشكال الحياة المائية حيث يستهلك معظم O_2 (خاصة بالليل) يستهلكO_2 من قبل هذه النباتات يؤدي إلى اختناق الحيوانات المائية (الاسماك) تسمى هذه الظاهرة الاخصاب والاسترداد Eutrophication وتعرف بنمو شكل من اشكال الحياة على حساب الاشكال الاخرى اي تعني الزيادة الغير الطبيعية للنباتات لتوفر عامل محدد وهو الفسفور عن طريق غير طبيعي فرع مياه المجاري الحاوية على مساحيق غسيل وضمن السيول والاراضي الزراعية الحاوية على ترسبات فوسفاتية. تحدث هذه العملية

انهيار في النظام البايولوجي للجسم المائي بلاضافة تأثيره على نوعية المياه والروائح الكريهة ونمو الاشنات.

تلوث المياه بمواد مكافحة الحشرات والقوارض والادغال

هناك العديد من المخلوقات الصغيرة والنباتات (غير مفيدة) التي تتنافس معنا من اجل البقاء ومع ان لها ادوار مهمة في التوازنات الطبيعية والدورات الحياتية، ولكن الانفجار السكاني وتطلبات الحياة المتطورة وتوفير الغذاء لمئات الملايين من البشر لا تدع لنا مجالاً الا ان نكونت في حرب مستمرة مع هذه المخلوقات الصغيرة النباتات والاعشاب والتي يمكن اجماها في الانواع التالية:

وبعض:

1- الحشرات (الضارة) Insects

2- القوارض (الضارة) Rodents

3- الاعشاب (الضارة) Herbs

4- العفن (الضار) Fungus

ان سلاحنا في حربنا مع هذه الكائنات الحية هي الكيمياويات العديدة المحضرة (المخلقة) حديثا لهذا الغرض، وقد حققت هذه الكيمياويات نجاحات مذهلة في القضاء على هذه الافات، الا انها سلاح ذو حدين ان لم يحسن استعمالها، وقد وجهت نيرانها بالفعل في الاتجاه المعاكس في حلالات عديدة.

تصنيف المبيدات حسب الهدف:

1- مواد مكافحة الحشرات Insecticides

2- مواد مكافحة العفن Fugicides

3- مواد مكافحة الادغال Herbicides

4- مواد لاستعمالات خاصة:

- مكافحة الفئران والقوارض rodenticides
- مكافحة القواقع molluscides
- مكافحة الديدان المجهرية microscopic worm

التصنيف حسب التركيب الكيمياوي:

1- الهيديوكاربونات المكلورة Chlorinated Hydrocarbons

2- حوامض الكلوروفينوكسي Chlorophenoxy acid

3- الفوسفات العضوية Organo phosphate

4- مجموعة الكاربميت Carbamates

1- الهيديوكاربونات المكلورة:

من اسمها من العنوان فان هذه المركبات تتركب من الكاربون والهيدروجين والكلور، C، H، (Cl) وتعد هذه المركبات الاكثر انتشارا في الطبيعة مقارنتة بالاصناف الاخرى المذكورة اعلاه وذلك للاسباب التالية:

- تعادل في استعمالاتها جميع الاصناف الاخرى مجتمعة. اي انها ذات الشيوع الاكبر في الاستعمال.
- ان طبيعتها الكيمياوية تقاوم الانحلال بقوة (highly persistent)

من اهم هذه الكركبات ضمن هذا الصنف، مادة ال دي دي تي D.D.T وهناك اسماء لمواد أخرى شائعة الاستعمال منها الدي الدرن diealdrin والالدرن aldrin اللندان Lindane والكلوردان Chlordane والهيبتا كلور Heptachlor والتوكسافين Toxaphene.

تعرف فترة بقاء مواد مكافحة الافات Pesticides في الطبيعة بانها:

1- مواد غير مقاومة (non-persistent) تبقى من اسبوع واحد إلى 12 اسبوعاً.

2- مواد متوسطة المقاومة (moderately persistent) تبقى من شهر واحد إلى 18 شهراً.

3- مواد ذات مقاومة عالية (persistent) ذات فترة بقاء طويلة في الطبيعة محتفظة بفعاليتها وتبقى لسنين أو اكثر.

الثنائي الفنيل متعدد الكلور Polychlorinated Biphenyls (PCBs):

لا تعد مركبات البايفنيل المكلورة مبيدات حشرات ولكنها من ناحية الكيمياء المتعلقة بها والتاثيرات البيئية لها تشبه مبيدات الحشرات من نوع المركبات العضوية المكلورة. تباع مركبات البايفنل متعدد الكلور تجارياً بشكل راتنج Resin مسال يحوي مزيجاً من هذه المركبات، ولذا المزيج الراتنجي خواص جذابة جداً في عدد من التطبيقات الصناعية واهم هذه الخواص:

- ذو مقاومة حرارية عالية فهذه المركبات لا تتفكك حرارياً إلى 800°م اضافة إلى انها غير قابلة للاشتعال، وان ضغط بخارها واطيء جداً.
- ذو ثابت عزل كهربائي (Deletric constant) عال جداً.
- تقاوم الحوامض والقواعد والمؤكسدات.
- لا تذوب بالماء الا بدرجة ضئيلة.

تقدر كميات انتاج PCB عالمياً ب 50 الف طن في السنة واهم استعمالاتها هي في المحولات والمتسعات الكهربائية وكذلك تستعمل كمنشطات

لعمليــــات البلمـــــرة plasticisers وكــــذلك كســـائل ناقــــل للحركـــة الهيدروليكية Hydraulic fluid وكمزيـل للاحتكـاك lubricants وفي المبـادلات الحرارية heat exchangers ولذا يظهر ان هـذه الاسـتعمالات تجعـل مركبـات PCB قايلة للانتشار السريع في البيئة وادت خموها الكيميـائي العـالي- اي ان سلاح الطبيعة في القضاء عليها ضعيف جداً- إلى انتشارها في كـل بقـاع الارض حتى في المواقع غير المتوقعة مثل مناطق القطبين الشمالي والجنوبي.

التـاثيرات السـمية البيئيـة لمركبـات PCB تشـابه إلى حـد كـبير تـاثيرات الـD.D.T إلى حد كبير غير ان الدراسـات اظهـرت ان تـاثيرات الــPCB علـى هرمونات العمليات الايضية المختلفة تفـوق تـاثيرا الــD.D.T وان التـاثر علـى قشور البيوض قد يعـود بالدرجـة الاساسـية إلى PCB، S أو علـى الاقـل تـاثير مشترك بين الاثنين (PCB وD.D.T) لقد وضعت حديثاً تحديدات علـى تـداول مركبات PCB من قبل بعض الـدول وانهـا لا تسـمح باسـتعمالها الا في اجهـزة مغلقة، يتكون PCB، S اساسياً من حلقتين بنزين متصلتين باصرة احادية

2- حامض الكلورو فينوكسي Chlorophenoxy acid:

الاســاس الكيميـاوي لهـذه المركبـات هـو حـامض فينوكســي الخليـك phenoxy acetic acid وعند كلورة هذا الحامض في مناطق معينـة علـى حلقـة البنزين في مجموعة الفينوكسي نحصل على عدة مشتقات من هذا المركـب، ومـن اشيع حوامض الفينوكسي الخليك المكلورة هي ثنائية الكلورة في المـوقعين 2 و4 وثلاثية الكلورة الذي يعطي الاسم التجاري لهذه المبيدات ومجالات استعمالاتها الاساسية. تستعمل هذه المركبات لمكافحـة الادغـال خاصـة الادغـال مـن غـير فصيلة الحشائش، ويكون التاثير على الادغال غـير المرغوبـة بالتعجيـل السـريع

جداً لنمو الدغل ثم هرمه وموته في فترة وجيزة ويتم ذلك من خلال تأثير المبيد على هرمونات النمو لهذه الادغال.

تحضر مشتقات (2.4-D) لا غراض خاصة ولزيادة الفعالية فقد تبين ان مشتق الايستر (ester) الذي لا يذوب في الماء يملك فعالية بايولوجية عالية جداً. واظهرت نتائج الدراسات ان التربة الطبيعية تقوم يتفسيخ (2.4-D) وابطال مفعوليته في فترة تتراوح بين اسبوع إلى 4 اسابيع اعتماداً على نوعية التربة والرطوبة ودرجة الحرارة ودرجة التهوية وعلى طبيعة خاصة بالمبيد نفسه.

عموما لا تعد مركبات حامض الفينوكسي المكلورة ذات سمية عالية وتتطلب تراكيز اعلى بكثير مما هو متداول حالياً لا عطاء اية تأثيرات خطرة. اما في المختبر وعند اطعام حيوانات تجريبية غداء يحوي تراكيز عالية من هذه المبيدات لوحظ ظهور تشويهات جنينية على صغار هذه الحيوانات عند ولادتها. لذا فان استعمالات هذه المواد لا تخلو من خطورة ولكن التحذير المهم يأتي من اكتشاف تكون مادة عرضية في اثناء تحضير (2,4,5-t) التي تعرف ب (TDD)

تمتلك هذه المادة سمية عالية جداً وتؤدي إلى تشويهات جنينية (teratogenic effects) حين وجودها حتى بتراكيز قليلة، وقد اظهرت الدراسات ايضاً ان قابلية التربة على تفسيخ مادة TDD اضعف من قابليتها على تفسيخ المبيد الاساس نفسه (2,4,5-t)لذا هناك تخوف من زيادة تركيز TDD في السلسة الغذائية، وكما يحدث في حال DDT و PCB.

3- الفوسفات العضوية Organo phosphates:

بدأ استعمال مركبات الفوسفات العضوية كمبيدات خلال الخمسينات والستينات من قرننا الحالي، وبعد التحقق من زيادة مقاومة الحشرات لمادة DDT

وكذلك بعد اثبات مخاطر استعمال المبيدات العضوية المكلورة ذات العمر الطويل (فترة بقاء طويلة في البيئة بدون فقدانها لفعاليتها).

تعد سمية المبيدات الفوسفاتية العضوية بالنسبة للانسان اعلى بكثير من المبيدات العضوية المكلورة، ولكن فترة بقائها النسبية في البيئة قصيرة جداً (less persistent) وبعبارة أخرى فانها فعالة ضمن الحدود والمطلوبة للاستعمال، اي انها تحقق الهدف المطلوب منها ضمن مساحة سطحية معلومة نوعاً ما ويتفسخ الزائد منها قبل ان تتسنى لها الظروف للانتشار إلى مساحات اكبر.

تعزى اسباب التسمم بالمبيدات الفوسفاتية العضوية الاى انها تهاجم الانزيم اسيتيل كولينستريز (ACHE Acetylcholinestrace)- وتبطل مفعوله في عملية نقل الاحساسات عن طريق الجهاز العصبي. ولهذا الانزيم دور اساس في عملية نقل الاحساسات حيث انه يؤثر في الوقت المناسب على جزيئة الاسيتيل كولين التي تقوم بنقل الاحساسات وعند ابطال مفعوله يصاب الجهاز العضلي اللارادي في الجسم بارتعاشات مستمرة وقوية تؤدي اخيراً إلى الموت.

قد يكون من المفيد مقارنة سمية المبيدات الفوسفاتية العضوية مع سمية المبيدات العضوية المكلورة معبراً عنها بمقياس (LD50) الذي يعرف بانه: كمية المبيد الذي تؤدي إلى قتل 50٪ من مجموع الحيوانات المعرضة لها فيما لو اعطيت هذه الكمية بجرعة واحدة ويعبر عن هذه الكمية بالمليغرامات من المبيد لكل كيلو غرام من جسم الحيوان (ملغم \ كغم من وزن الجسم أو جزء بالمليون).

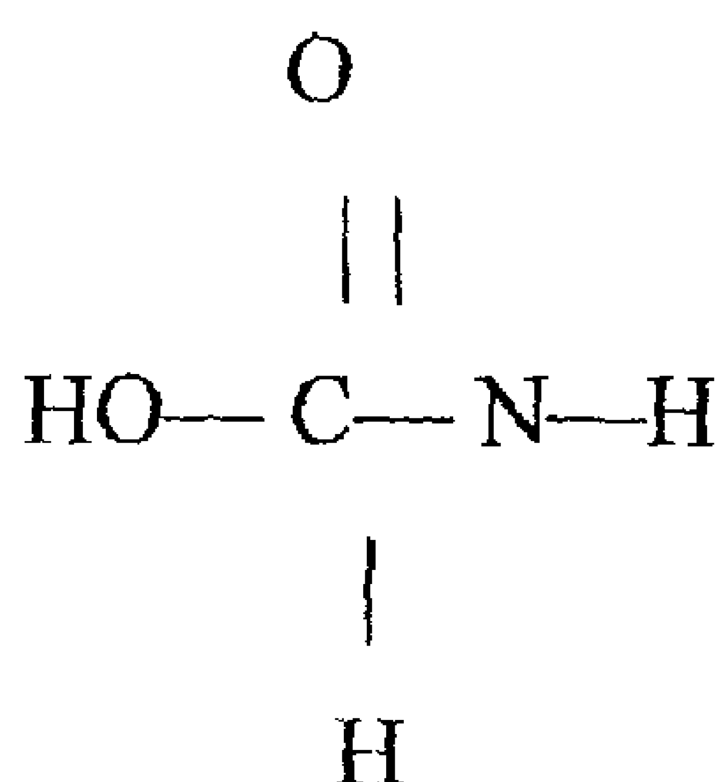
هناك حوادث تسمم مسجلة نتيجة للتعرض إلى المبيدات الفوسفاتية العضوية منها موت (102) شخص بالهند عام 1958 نتيجة التسمم بالباراثيون وموت 88 شخصاً في كولومبيا بنفس المبيد عام 1967.

يتفـق معظـم المتخصصـون في مجـالات المبيـدات ان اسـتعمال المبيـدات الفوسفاتية العضوية يفضل على استعمال المبيدات العضوية المكلورة (ذات عمر طويل) على الرغم من السمية العالية للاولى.

ان الجرعة المميتة لهـذه الغـازات هـي 1 ملغـم لكـل كيلـوغرام مـن وزن الجسم.

4- **مجموعة الكاربميت (Carbamates):**

يعد تحضـير هـذه المركبـات مـن التطـويرات الحديثـة في مجـالات الحـرب المستمرة مع الافات المختلفة، وتحضير هذه المبيدات الملائمـة والمتبدلـة باسـتمرار نتيجة لتطوير المناعات من قبل الافات هـذه ضـد المبيـدات، ان جميـع المركبـات الكيمياوية الـتي تقـع ضـمن هـذا الصـنف مـن المبيـدات مشـتقة مـن حـامض الكاربميك الذي يمتلك الصيغة الكيمياوية الاتية:



والذي هو في الوقت عينه المشتق الاميني من حامض الفورميـك (amino formic acid).

الطرق الحديثة المتبعة لمكافحة الحشرات بدون مبيدات الحشرات الكيميائية هي:

1- السيطرة الجينية (Genetic Control): يتم في هـذه الطريقـة تجميـع ذكـور

الحشرات وتحويلها إلى ذكور عقيمة بواسطة مواد كيمياوية خاصة، أو بواسطة الاشعاع، ثم تطلق هذه الذكور العقيمة مع الذكور العادية. ومن المتوقع ان اجراء العملية بكفاءة وتتابع مستمر سيؤدي بالنتيجة إلى تناقص كبير في اعداد الحشرات. ويمكن تجميع وعزل الذكور باحدى الطرق.

2- السيطرة بتغيير البيئة البايولوجية (Bioenvironmental Control): ويتم ذلك باجراء تغييرات في بيئة تكاثر الحشرات مثل تأخير موسم البذار وغير ذلك من التداخلات في دورات حياة الحشرات، ويمكن ان يؤدي هذا إلى تقليص ملحوظ في اعدادها.

3- السيطرة الهرمونية (Hormonal Control): تم بواسطة التداخل والتلاعب بدورة حياة الحشرة، مثلاً ابقاء الهرمونات المراهقة لفترة طويلة في جسم الحشرة لمنع بلوغها وتكاثرها، خاصة بعد تغيير العوارض الجوية الخارجية المصاحبة لتأخير البلوغ. لقد تم التوصل إلى بعض الكيمياويات المفيدة في هذا المجال.

4- طرق السيطرة البايولوجية:

5- استعمال الجاذبات الكيميائية:

تلوث المياه بالمواد العضوية ومركبات المعادن الثقيلة

يتبين من مراجعة خواص العناصر الموجودة في الجدول الدوري ان اربعة وسبعين عنصراً من مجموع العناصر (الطبيعية) الموجودة في الجدول والبالغة اثنان وتسعون عنصراً تكون بشكل معادن. واذا اضفنا العناصر الجديدة المحضرة من قبل الانسان والتي لا توجد اعتيادياً في الطبيعة يبلغ العدد اربعة وثمانين عنصراً معدنياً من مجموع مائة وستة عناصر معروفة لحد الان. ان هذا العدد الكبير من

العناصر المعدنية ومركباتها العديدة والتي لا تحصى يجعل من السهولة تسربها الى البيئة وخاصة المياه على ان العديد من هذه العناصر المعدنية لا تعد ملوثة. وقبل تثبيت بعض العناصر الملوثة يكون من المفيد عرض بعض المفاهيم العامة المتفق عليها بشأن العناصر المعدنية وكما يأتي:

- يقصد بتعبير المعادن الثقيلة Heavy metals المعادن التي تزيد كثافتها عن 5غم \سم^3.
- يقصد بالمعادن الخفيفة light metals بالمقابل المعادن التي تقل كثافتها عن 5غم \سم^3.
- يقصد بالمعادن النادرة Trace metals المعادن التي يكون تركيزها في القشرة الارضية مساوياً أو يقل عن (0.1٪) (اي يساوي أو يقل عن 1000 جزء بالمليون ppm في القشرة الارضية).

يواجه العالم في المرحلة الحالية مشكلات عديدة سببها متطلبات الزيادة في الكثافة السكانية، والتقدم الاجتماعي، والصناعي، والزراعي وذلك نتيجة التطور الحاصل في تقنيات الزراعة الحديثة والتطور الهائل في الميدان الصناعي.

إن التطور الإنساني بات يهدد النظام البيئي ويؤثر في مفرداته الحيوية بعد إن كانت تمتلك تلك المفردات مقاييس معينة وثابتة طيلة القرن المنصرم. فالصناعة والزراعة لم تكن جائرة الاستخدام، لذلك فان البيئة قادرة على الاستشفاء السريع، كما إن مشكلة التلوث لم تكن قائمة حتى مطلع عام 1960، ولذا بدأ بعض العلماء يرى إن مشكلة التلوث لا يمكن تفاديها وقد تتفاقم يوماً بعد آخر.

إن التدهور الحاصل في النظام البيئي والإخلال المتزايد بالخصائص النوعية

للمياه أدى بالباحثين إلى وضع صيغ جديدة للتعامل مع عناصر الحياة المائية والبرية Cooperl 1993. حيث دخلت العناصر الثقيلة لتضيف مشاكل أخرى إلى البيئة ولتقف حائلا أمام تطور الأحياء، لهذا فان تلك العناصر ذات العدد الذري أكثر من 20 تسبب مشاكل عديدة إلى البيئة المائية اسوة بالملوثات الكيميائية (آدم 1988) وغالباً ما تتواجد هذه العناصر بمستويات قليلة جداً في المحيط البيئي وبصورة طبيعية ولكنها تزداد مع زيادة استخدامها في الصناعات الحديثة وخاصة في المياه السطحية Cairns et al,1979.

كما تمتاز العناصر الثقيلة بقابليتها على الدخول إلى الأحياء المائية عبر منافذ عديدة، ولهذه العناصر الثقيلة القابلية على تدمير الأحياء بأشكال عدة فقد تؤدي إلى الإخلال في عملية التوازن الجسمي وتوقف القلب المفاجيء أو توقف الحركة مع بقاء القلب عاملاً فيشل بذلك الجهاز العصبي للكائن الحي، وتقسم العناصر الثقيلة إلى مجموعتين رئيسيتين على وفق ما جاء في (Vigrego,1985).

المجموعة الأولى: العناصر الأساسية والضرورية لأداء العمليات الحيوية مثل Cu, Zn, Cn, Fe, Mg, Mn.

المجموعة الثانية: العناصر التي لم يثبت لها أهميه حياتية إذ تعد من الملوثات الخطرة للبيئة مثل Cd, Hg, Cr, Pb, Ni وغيرها وتتعرض الكائنات الحية ومن ضمنها الإنسان إلى أنواع مختلفة من التلوث بالعناصر الثقيلة ومركباتها لذا أصبح من الضروري جداً وضع ضوابط صارمة على الصناعات التي تحتوي على هذه الملوثات الضارة، فقد تقوم بطرح مواد تسبب تلوث البيئة مما يؤدي إلى تأثير مباشر على الحياة إذ إن هناك شعور متنام بوجود بوادر

كارثة بيئية تتراوح ما بين تلوث الهواء و تلوث مياه الشرب، وتلوث التربة (الأمم المتحدة 1992).

لذا أصبح من الضروري جداً دراسة تأثيرات التلوث البيئي لمحاولة الحد منها، وتقع المسؤولية على المؤسسات والمصانع لتحديد الملوثات ومراكز البحوث لمعرفة تأثيراتها ومعالجة هذه المشكلة بممارسة النظافة البيئية وسن القوانين للحد منها وعدم إجازة أي مشروع من دون دراسة نوع المواد المستخدمة فيه والنواتج العرضية الناتجة منها، إذ أصبحت بيئتنا غير ملوثة فحسب بل تحتوي على مواد كيميائية سامة قد تقضي على بعض الكائنات الحية ومنها الإنسان واهتم العديد من الباحثين في بحوثهم على التأثيرات التي تنجم عن التلوث بالعناصر الثقيلة على الجهاز التناسلي بالدرجة الأساس بينما تناولت بحوث أخرى تأثيرها على بعض الأعضاء الأخرى إلا أنها كانت محدودة وهنا جاءت فكرة هذه الدراسة تشعب الحديث عن البيئة ومشاكل التلوث ولاسيما في هذه الحقبة من الزمن وأخذت الدراسات المختلفة تنشر عن هذا الموضوع أو ذاك، وسوف تأخذنا الدهشة عندما نعرف بأن معظم أنواع التلوث يقوم بها هذا الأنسان الذي يشكو من التلوث.

أن مصطلح التلوث (PoIlution) يبحث حول أدخال ملوثات في البئية (الهواء والغذاء والماء والتربة) بكميات وخصائص ومدة بقاء معينة، يحتمل أن تحدث ضرراً بحياة الإنسان أو الحيوان أو النبات لذا فإن أي تغيير في مكونات البيئة الطبيعية من حيث الزيادة أو النقصان، أو من خلال ظهور مركبات جديدة خارج الحدود المسموح بها صحياً أو دولياً يعتبر تلوثاً. ولذا فقد ازداد الاهتمام بمشكلة تلوث البيئة المحيطة بالانسان وبالأخص في المناطق التي تشهد تطوراً

ملحوظاً في ميدان التصنيع والمكننة وتكرير النفط. إذ أن الاهتمام بتلوث البيئة هو أحد المؤشرات المهمة للتطور الحضاري للشعوب والأمم.

لقد أدى التصنيع السريع والتوسع الحضاري الضخم غير المعقد، وكذلك الأستهلاك المتسارع لأنواع الوقود، وأزدياد عدد السكان إلى أشكالات معقدة أدت إلى تلوث الهواء. يتكون الهواء في الطبقات السفلى من الجو (تروبوسفير) من خليط من غازات عديدة أهمها النتروجين، الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون، بالإضافة إلى غازات غير مهمة كالنيون، الهليوم والميثان.... الخ. تعد مصادر احتراق الطاقة من أهم ملوثات الهواء، والتي تشمل الطاقة المنبعثة من أحتراق الوقود كالفحم والزيوت والغاز الطبيعي والنفط. تحتوي هذه المصادر على40 عنصراً مختلفاً كالرصاص والكادميوم والزئبق والكبريت. ولم يشعر الأنسان حتى الأن بالأخطار الكبيرة المترتبة على أهمال هواء التنفس، وذلك أن الجو فسيح والفضلات التي نلقيها تتوزع وتتمدد أو على الاقل لاتبقى في مكان القائها، الا أن الوضع تبدل في السنوات الاخيرة نتيجة تلوث الجو بالمقادير المتزايدة من هذه الغازات، وبدأت تظهر الأثار الضارة لذلك على الأنسان والحيوان والنبات ويمكن أن يلاحظ ذلك بفحص بعض الأشجار في الشوارع المزدحمة، وكذلك تبدو أثار الهواء الملوث في الرئتين عند الأنسان. لذا سيظل موضوع بيئة الهواء وتلوثه والأخطار الناجمة عنه من الموضوعات الرئيسية التي سوف تشغل بال الباحثيّن في موضوع البيئة في العالم في السنوات القادمة.

ومن جهة أخرى إن هدف علم السموم المائية Aquatic ecotoxicology هو لإظهار التأثيرات السمية القليلة الضرر والواسعة الضرر للمعادن الثقيلة وما ستؤديه من إحداث تغيرات في الأحياء المائية خاصة تراكيز المعادن الثقيلة خارج الحدود المسموح بها وما يتبعها من ردود فعل عكسية على تلك الأحياء. تدرس

هذه التأثيرات على مختلف المستويات من خلال دراسة تأثيرها على العضيات Organels داخل الخلية Intercellular ومن خلال التأثيرات التي تحدث تغيرات على مستوى الكائن بأكمله. وبالنتيجة تؤدي إلى أضرار بالمجتمعات السكانية للأحياء (Bahart et al.,2006).

شهد العالم بأسره بعد الثورة الصناعية بالتحديد تغيرات بيئية شملت تلوث الماء واليابسة والهواء على حد سواء، كان أغلبها منها هي من فعل الإنسان نفسه (Anthropogenic). ويصبح كل يوم أكثر وضوحاً أن الإنسان هو العدو اللدود والسبب الأول في هذا التغيير.

هناك ثلاث حقائق يجب الانتباه لها وهي:

1- كيفية دخول الملوثات إلى البيئة المائية: حيث تدخل الملوثات عن طريق مياه الصرف الصحي أو البزل أو الترسيب من الأمطار أو المياه الجوفية أو عن طريق الهواء الملامس للمسطح المائي.

2- مدى تأثيرها السمي وفيما اذا كانت مؤقتة Temporary أو دائمية Permanent.

3- كيفية التخلص منها. (Al-Sattar,2006).

تعد المعادن الثقيلة من أكثر الملوثات كمية في البيئة المائية وتتواجد في كل مكان في الطبيعة وهي في تزايد بسبب التطورات الصناعية يوماً بعد يوم، مع الأخذ بنظر الإعتبار حقيقة ان المعادن الثقيلة بكمياتها القليلة في جسم الكائن الحي (0.01٪) هي أساسية وبغيابها يفشل الكائن الحي في عملية النمو أو إكمال حياته ولكن نفس هذه المعادن بكمياتها الزائدة عن حدود الحاجة لها ستصبح سامة (40-200) ضعف (Venugopal & Luckey,1975). تناولت الكثير من

الدراسات في هذا المجال فقد أظهرت دراسة (Jackson,1992) ان المعادن الثقيلة تنقل إلى الأنظمة البيئية المائية من خلال الإرتشاح في التربة Leaching أو عن طريق حت الصخور Erosion أو النشاطات البركانية Volcanic activity بالإضافة إلى الملوثات الأخرى مثل الأنشطة الصناعية ومخلفات المعامل ومياه الصرف الصحي ومعالجة التربة.

يعتمد وجود المعدن الثقيل في البيئة المائية على حالته الكيميائية، فهو أما ان يكون ملحاً أو على شكل أيون حر أو متحد. وأما ان يكون ملح ذائب وهو الأخطر، ويعتمد أيضاً على حالة البيئة حوله وتوفر المعقدات Complexes.

ان سمية المعدن أيضاً يعتمد على معدل إمتصاصه Absorption rate وتأثيره على العمليات البايوكيميائية للأنزيمات وتحليقها Metabolitics حيث هناك ثلاث مخاطر جسيمة للمعادن الثقيلة هي:

1- ألفتها العالية High affinity للإتحاد مع مكونات الغشاء الخلوي للخلايا ونفوذها إلى داخل الخلايا.

2- اتحادها مع مجموعة السلفهايدريل Sulfhydryl-reactive للأنزيمات الحاوية عليها (المجموعة الحاوية على آصرة هيدروجينية-كبريتية) S-H وهي التي تقود سرعة الأيض للأنزيمات في الكائنات الحية وكذلك ألفتها للاتحاد مع Glutathion GSH وهو بروتين مانع للأكسدة في الخلية Primary intercellular antioxidant وهو أيضاً Conjugation agent وهو مزيل للمعادن الثقيلة في الصفراء (Zalups & Lash, 1996).

3- التجمع الحيوي Bioaccumulation: تمتلك المعادن الثقيلة قابلية عالية على التراكم داخل أجسام الكائنات الحية بعد نفوذ وسائل تمثيلها Assimilation

أو تكسيرها Digridation تتراكم داخل أجسام هذه الكائنات التي هي في أسفل السلم للسلسلة الغذائية Food chain وبعد إستهلاكها من قبل الكائنات الأعلى في السلسلة الغذائية تتراكم بكميات عالية جداً في أجسامها ومنها الإنسان (Jennifer,2002).

ومن التأثيرات السيئة أيضاً للمعادن الثقيلة هي أحدث الطفرات الوراثية Genetic Mutation أو احداث الأورام السرطانية الخبيثة Malignant tumor أو التشوهات الخلقية Teratogenic أو إيذاء الأجهزة التكاثرية (Reproductive system disorder Evgeniya et al.,2005) كما وتؤثر على الجهاز المناعي نفسه لللافقريات ومن ضمنها الحشرات وقد أجريت تجارب كثيرة على النواعم والديدان الحلقية حيث أظهرت النتائج إضعاف الجهاز المناعي لديها (Tapio et al.,2000). أما الباحثان (Roza & Salanaki 1985) فقد أشارا إلى ان معظم التأثيرات السلبية للمعادن الثقيلة تكون بشكل رئيسي على الجهاز العصبي لللبائن خاصة والفقريات بصورة عامة، فمثلاً يؤدي التعريض لعنصر الرصاص سواء كان مزمناً أو حاداً إلى إضطرابات في القشرة الدماغية Encephalopathy وهذه مميتة اذ يؤدي ذوبانه في القشرة الدماغية الدهنية المحيطة بالخلايا العصبية للمخ (Klasser, 1991) (Mylinsheeth) إلى حالة زوال الغلاف النخاعيني Demylination (قاموس حتي الطبي، 2005). ويحدث هذا كذلك في النخاع الشوكي والجهاز العصبي المحيطي. يؤدي الكادميوم إلى حالة تدعى السهاد Insomnia إلى اضطرابات في الكلى والجهاز التنفسي والقناة المعدية المعوية وتليف الكبد (Higgins et al.Cirrhosis,1975).

تم استخدام أنواع كثيرة من الكائنات الحية كدلائل على اختبارات السمية منها فقريات ومنها لافقريات إلا ان اللافقريات هي الأكثر تحسساً وبالذات

متفرعة اللوامس (Cladocera Vandam et al.,1995) ويعتقد ان اختيار الجنس Daphnia sp. للأسباب التالية:

1- تواجدها في أغلب المسطحات المائية الداخلية Waterbodies في أغلب بلدان العالم (Winner et al.,1977).

2- كثرة عدد مرات تكاثرها كلما تهيأت لها الظروف من درجة حرارة وضوء وغذاء و pH. يتم تكاثرها في الطبيعة وأيضاً في المختبر (Aloyzas,1999).

3- قصر دورة حياتها (Life span. Aloyzas,1999).

4- أصبحت مؤشر مدى صلاحية المياه (Water quality Buikema et 1977 al.,).

5- ذات مدى واسع للتحمل لدرجات الحرارة والحامضية Wide range tolerance.

6- في الدراسات الحديثة تم إستخدام الخارطة الوراثية للدافنيا Genome لمعرفة مدى تأثير الملوثات الكيميائية في البيئة في علم يسمى (Toxicogenomic Nuwaysir et al.1999).

تختلف المعادن الثقيلة فيما بينها في درجة تأثيراتها السمية على الكائنات الحية فأكثرها سمية وحسب التدرج كوبلت Co < الزنك Zn < نحاس Cu = الكادميوم Cd < الزئبق Hg قصدير Sn < حديد Fe = منغنيز Mn < كروم Cr Ivan Semenovich,2007.

المعادن الثقيلة هي تلك العناصر الكيميائية المعدنية ذات الأوزان الذرية التي تتراوح بين (63.546-200.590) وكثافتها النوعية 4غم/ سم^3 فما فوق وهي مكونات طبيعية للقشرة الأرضية (Kinnish,1992). المعادن الثقيلة لا

يمكن تكسيرها أو تمثيلها بسهولة داخل الأنظمة الحيوية. وتـدخل هـذه العناصـر أجسام الكائنات الحية عن طريق الغذاء والماء والهواء أو عن طريق جدار الجسم.

لها دور في بناء الأجسام والأيض للكائنات الحية. وفي حالـة التعـرض لهـا بتراكيز عالية Exceed يكون لها فعل مـؤثر معـاكس (سـام) وخطورتهـا تكمـن بسبب تراكمها الحيوي داخل أجسام الكائنات الحية من خـلال إرتفـاع تركيزهـا في المحيط الذي تعيش فيه تلـك الكائنـات وبالتـالي تخـزن في الجسـم لعـدم تـوفر إمكانية تكسيرها أو تمثيلها أو إخراجها.

تلوث المياه بالمواد ذات النشاط الاشعاعي

تعد المواد المشعة مصدراً لعدد من الغازات والدقائق المشـعة الـتي تنقـذف منها اشعاعات مؤينة (Ionizing Sadiations) مثل دقائق الفا ودقائق بيتا واشعة كاما. تؤدي الاشعاعات من النظائر المشعة إلى تـأثيرات خطـرة علـى الـدم مثـل تسبب مرض السرطان الدم (اللوكيميا) وامراض النزيف الدموي، وتسبب ايضاً سرطان مخ العظام، وتؤثر على الجينات بدرجات مختلفة، وقد تؤدي إلى العقـم، أو تشويه الجنين.

ومن اهم مصادر المواد المشعة الناتجة من فعاليات الانسان:

1- الغبار الذري المتساقط من التفجيرات النووية في الجو.

2- البحوث الذرية وبناء المفاعلات والمعجلات الذرية.

3- محطات توليد الطاقة الكهربائية العاملة على الوقود النووي.

4- الاستعمالات الصناعية والزراعية للنظائر المشعة.

نعود الان لنلقي نظرة على اساسيات الموضـوع قبـل اعطـاء احتمـالات تسرب المواد المشعة والاشعاعات إلى البيئة وبضمنها المياه.

1- المواد ذات النشط الاشعاعي:

تكــون نــوى بعــض العناصــر ذات اســتقرارية واطئــة وتتفســخ (decay) (تنشطر) ذاتيا إلى دقائق اصغر من النواة الام وتقذف في اثناء الانشطار اشعاعات بكثافة عاليـة، وقـد تكـون هـذه الاشـعاعات مؤذيـة ومميتـة للحيـاة العضـوية عمومـاً. ويعـبر سـرعة انشـطار عـادة بمـا يعـرف بنصـف العمـر (half-life)*: اي الوقت الـلازم لكـي ينشـطر نصـف العـدد مـن الـذرات في النموذج من المادة المشعة. زتختلـف العناصـر المشـعة اختلافـاً كـبيراً في خاصية نصف العمر لها. وقد يكون الوقت ثوانياً معدودات. أو قد يستغرق ملايـين مـن السنين.

وتكون المادة المشعة ذات نصف العمر قصير جداً (من ثوان إلى ايام قليلة) خطرة جداً بسبب الاشعاعات الناتجة منها. ولكنها تنشطر وتتفسخ بسرعة.

التلوث الحراري

تؤثر التبدلات الكبيرة في درجة الحرارة بشكل ملحوظ على اصناف الحياة المائية وخاصة الحيوانات ذوات الدم البارد التي لا تتمكن مـن الموازنـة السـريعة حيث حدوث تغييرات فجائية في درجة حرارة الماء. كما نلاحظ ان معدل درجة حرارة اي جسم مائي لها علاقة مـع نـوع الحيوانـات والنباتـات الـتي يمكنهـا ان تعيش وتتكاثر في هذا الجسم المائي.

يعرف التلوث الحراري للماء بانه قذف الحرارة الزائدة في الاجسام المائية. تعمل الزيادة في درجة حرارة الجسم المائي بعد تلوثه بـالحرارة إلى خفـض كميـة الاوكسجين المذابة في الماء نظراً للتناسب العكسي بين قابليـة ذوبـان الغـازات في

الماء ودرجة الحرارة. ان نقصان الاوكسجين المذاب سيؤدي إلى ان بعض اشكال الحياة المائية قد تنعدم من الجسم المائي الملوث بالحرارة.

تستعمل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعامل الحديد والصلب ومعامل تكرير النفط والصناعات العديدة الاخرى كميات كبيرة من المياه لاغراض التبريد. اي ان الحرارة الزائدة فيها تنتقل إلى الماء. ويجب ان نذكر بهذا الخصوص ان محطات توليد الطاقة الكهربائية المسيرة بالوقود النووي تحتاج على الاقل ضعف الكمية ماء التبريد التي تحتاجها محطات توليد الطاقة الكهربائية الاعتيادية لانتاج المقدار نفسه من الطاقة الكهربائية، ولذا فعند بناء المحطات النووية يتوجب اختيار موقعها بالقرب من مجرى مائي كبير كي يقل التأثير البيئي للحرارة الزائدة المقذوفة فيه. ان زيادة درجة حرارة الجسم المائي بالاضافة إلى انها تخفض كمية الاوكسجين المذابة، فانها تسرع العمليات (التفاعلات) الكيمياوية المختلفة (من وجهة نظر الثرموداينميكية) ومن اهم هذه التفاعلات تلك التي تستهلك الاوكسجين مثل عمليات الهضم البكتيري للفضلات العضوية الذائبة والعالقة في الماء، وبعبارة أخرى سوف لا يتبقى ما يكفي من الاوكسجين المذاب لتنفس الاحياء المائية، وخاصة المتقدمة منها وقد ادت فعلا حوادث تلوث المياه بالحرارة إلى ومت الاسماك بالجملة، ومن اهم اسباب موتها هو الاختناق بسبب عدم كفاية الاوكسجين لحاجاتها التنفسية.

تم اقتراح العديد من الطرق لمعالجة مسألة التلوث الحراري للمياه وبعض هذه الاقتراحات مطبقة عملياً في الوقت الحاضر مثل استعمال ابراج تبريد

خاصة (Cooling Tower) تزيل معظم الحرارة الزائدة من المياه الصناعية قبل اعادتها إلى الجسم المائي الام الذي استحصلت منه، وهناك نوعان من هذه الاعمدة يجري استعمالها.

النوع الاول: العمود الرطب حيث يمرر الماء الحار من اعلى العمود على قواطع متسلسلة داخل العمود. ويدخل هواء بارد من اسفل العمود ويغادره في اعلاه، بعد ان يكون قد تسخن وقام سحب معظم الحرارة من الماء.

النوع الثاني: فهو العمود الجاف. وفي هذا العمود تدفع كمية كبيرة من الهواء بواسطة مراوح ضخمة باتجاه انابيب حلزونية تحوي الماء الحار فيها. وتصنع الانابيب من مادة ملائمة لعملية التبادل الحراري الكفوءة.

ومن طرق التبريد الاخرى المستعملة من قبل الصناعة ما يسمى بخزانات التبريد (Cooling ponds) وهي خزاناتى ضحلة، أو بحيرات صناعية صغيرة مصممة عملياً تناسب سعتها وعمقها مع كمية الماء الحار الداخلة فيها والكمية المعادلة لذلك والخارجة منها إلى الجسم المائي الطبيعي وبالدرجة الحرارية المطلوبة. ولقد استعملت بعض هذه البحيرات الدافئة لتربية انواع معينة من الاسماك وخاصة في المناطق الباردة التي تتجمد فيها المياه في فصل الشتاء.

على انه يجب اخذ العديد من الامور بنظر الاعتبار عند القيام بمشروع من هذا النوع، خاصة التأكد من عدم تسرب اي من السموم الصناعية في هذه البحيرات.

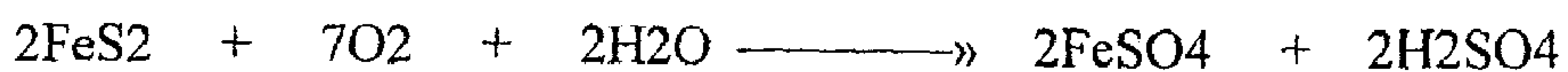
لم تتحقق لحد الان عملية ناجحة لاعادة استغلال الحرارة الزائدة في المياه الصناعية للاغراض الصناعية أو تسخين البيوت بسبب التكاليف العالية لنقلها ولعدم ارتفاع درجة حرارتها إلى حد يكفي لاعادة استغلالها. ولهذا لا زالت المشكلة قائمة في كيفية التخلص من الحرارة الزائدة في المياه الصناعية.

تلوث المياه بالحوامض المعدنية

هناك مصادر صناعية عديدة تؤدي إلى قـذف مياهـاً حامضـية إلى مصـادر المياه الرئيسة اما بطريقة مباشرة أو ان الصناعة تنتج فضـلات حامضـية صـلبة يؤدي غسلها بمياه الامطار إلى سحب الحوامض منها إلى الاجسام المائية الطبيعية، وخير مثال على ذلك في العراق المخلفات الحامضية في منطقة المشراق الناتجة عن طريقة تنقية الكبريت بواسطة كربنة الشوائب القيرية بحامض الكبريتيـك المركـز. يضاف الحامض المركز في هذه الطريقـة إلى الكبريـت الخـام المنصـهر، ويمـزج في مفاعل خاص ويتم تكون المادة المتفحمة التي تعوم على سـطح الحـامض، وبعـد اضافة مواد مساعدة على تعويمها تسحب المادة المكربنة بشكل رغوة (foam) من سطح مزيج الحامض والكبريت المنصهر ويتم تجميعها زتراكمها من جهة خاصـة في المعمل، ولكنها لا زالت تحوي على نسبة من الحـامض ادت إلى تلـوث الميـاه والتربة في المنطقة وكما اثبتته الدراسات العديدة التي اجريت عليها.

ان قـذف الاكاسـيد الحامضـية مثـل اكاسـيد الكبريـت (Sox) واكاسـيد النتروجين (NOx) إلى الهواء والناتجة من حرق الوقود في المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وكذلك من عدد من العمليات الصناعية يكـون مصـير معظـم هذه إلى الاجسام المائية بعد نزولها بشكل مطر حامضي يلـوث التربـة والنباتـات والممتلكات قبل وصوله إلى الاجسام المائية ويلوثها.

تؤدي الحفريات المنجمية في العديـد مـن الـدول الصـناعية، خاصـة عنـد استخراج الفحم الحجري إلى كشف كميات كبيرة مـن مـادة البـايرات (pyrite) وهي كبريتيد الحديد (FeS2) وقد وجد ان هذه المادة وبوجود نـوع خـاص مـن البكتريا الهوائية تتأكسد في الهواء إلى حامض الكبريتيك وكما في المعادلة الاتية:



$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$

وقد وجد ايضاً ان قسماً من كبريتات الحديدوز يتأكسد إلى هيدروكسيد الحديديك وحامض الكبريتيك وكما في المعادلة الاتية:



$$4FeSO_4 + 10H_2O + O_2 \longrightarrow 4Fe(OH)_2 + 4H_2SO_4$$

طرق المعالجة والحد من تلوث الهواء:

عندما يراد دراسة افضل الطرق لمعالجة تلوث الهواء والحد من تلوثه فيجب اولاً أن تؤخذ بنظر الاعتبار ثلاثة امور مهمة تتعلق بمصادر التلوث والمواد الملوثة وهي:

1. اي من المصادر تبعث اكبر كمية من الملوثات في الهواء.
2. اي من المواد الملوثة يكون وجودها بأعلى كمية.
3. ما هي السرعة التي تتراكم فيها الملوثات ويزداد تركيزها.

هناك عدة طرق لمعالجة وصيانة الهواء والحد من تلوث الهواء وهي:

1. ضرورة إصدار القوانين والتعليمات الخاصة بالهواء النقي وتحديد طرق تنقية الهواء من الشوائب الضارة وإلزام كافة المؤسسات الصناعية التقيد بها.
2. اختيار المواقع المنشآت الصناعية بعيداً عن المناطق السكانية.
3. تصميم المداخن الضخمة مع الاخذ بنظر الاعتبار الارتفاع المطلوب للمدخنة وسرعة قذف الملوثات من المدخنة، وسرعة واتجاه الرياح السائدة في المنطقة.
4. ضرورة إيجاد الطرق الفنية التي تقلل من نسبة خروج الشوائب إلى الجو خلال عملية الاحتراق.
5. معالجة النفايات الصناعية المختلفة قبل إطلاقها إلى البيئة.

6. ضرورة استخدام الوقود الصلب الذي لا يبعث الدخان عند احتراقه.

7. إيجاد طرق جديدة لإتمام الاحتراق الكامل لمواد الوقود بحيث لا تؤدي إلى بث شوائب عالقة تعتبر ملوثة للهواء.

8. وضع القيود الصارمة على إضافة نسبة الرصاص في البنزين المستخدم في السيارات

9. منع السيارات التي تستخدم وقوداً غير البنزين من المرور في المناطق السكنية.

10. نشر الوعي البيئي الخاص بالتلوث بين الجماهير واشراكهم في عملية اتخاذ القرارات حول الحد من التلوث.

References المصادر

- WHO and UNEP. 2011. "Indoor air pollution and household energy".
- Goldstein, Allen H. , Charles D. Koven, Colette L. Heald, Inez Y. Fung (2009-05-05). "Biogenic carbon and anthropogenic pollutants combine to form a cooling haze over the southeastern United States". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Retrieved 2010-12-05.
- "Duflo, E. , Greenstone, M. , and Hanna, R. (2008) "Indoor air pollution, health and economic well-being". "S.A.P.I.EN.S." "'1'" (1)". Sapiens. revues.org. Retrieved 2010-08-29.
- "Air quality and health". www.who.int. Retrieved 2011-11-26.
- Farrah J. Mateen & Robert D. Brook "Air pollution as an emerging global risk factor for stroke" JAMA 2011 Mar 23; 305(12):1240-1.
- Miller K. A. , Siscovick D. S. , Sheppard L. , Shepherd K. , Sullivan J. H. , Anderson G. L. , Kaufman J. D. (2007). "Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women.". *The New England journal of medicine* (Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.) 356 (5): 447-458. doi:10. 1056/ NEJMoa054409.
- Andersen, Z. J. , Kristiansen, L. C. , Andersen, K. K. , Olsen, T. S. , Hvidberg, M. , Jensen, S. S. , Raaschou-Nielsen, O. (2011). Stroke and Long-Term Exposure to Outdoor Air Pollution From Nitrogen Dioxide:

A Cohort Study. Stroke; a journal of cerebral circulation.doi: 10. 1161/ STROKEAHA. 111. 629246

- Brook, RD; Rajagopalan, S; Pope, CA III; Brook, JR; Bhatnagar, A (2010). "Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association". *Circulation*121: 2331–2378.
- Louwies, T; Int Panis, L; Kicinski, M; De Boever, P; Nawrot, Tim S (2013). "Retinal Microvascular Responses to Short-Term Changes in Particulate Air Pollution in Healthy Adults". *Environmental Health Perspectives*.doi:10.1289/ehp.1205721.
- Christopher H. Goss, Stacey A. Newsom, Jonathan S. Schildcrout, Lianne Sheppard and Joel D. Kaufman (2004). "Effect of Ambient Air Pollution on Pulmonary Exacerbations and Lung Function in Cystic Fibrosis". *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 169 (7):816–821.doi:10.1164/rccm.200306-779OC. PMID 14718248.
- Michael Kymisis, Konstantinos Hadjistavrou (2008)."Short-Term Effects Of Air Pollution Levels On Pulmonary Function Of Young Adults". *The Internet Journal of Pulmonary Medicine* 9 (2).[dead link]
- Zoidis, John D. (1999). "The Impact of Air Pollution on COPD". *RT: for Decision Makers in Respiratory Care*.[dead link]
- ^ Gehring, U. , Wijga, A. H. , Brauer, M. , Fischer, P. , de Jongste, J. C. , Kerkhof, M. , Brunekreef, B. (2010). Traffic-related air pollution and the

development of asthma and allergies during the first 8 years of life. [Research Support, Non- U.S. Gov't]. American journal of respiratory and critical care medicine, 181(6), 596-603. doi: 10.1164/ rccm.200906-0858OC

- Andersen, Z. J. , Hvidberg, M. , Jensen, S. S. , Ketzel, M. , Loft, S. , Sorensen, M. , Raaschou-Nielsen, O. (2011). Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: a cohort study. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. American journal of respiratory and critical care medicine, 183(4), 455-461. doi: 10.1164/ rccm. 201006-0937OC
- Health effects of outdoor air pollution. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. (1996). [Comparative Study Review]. American journal of respiratory and critical care medicine, 153(1) , 3-50.
- Andersen, Z. J. , Bonnelykke, K. , Hvidberg, M. , Jensen, S. S. , Ketzel, M. , Loft, S. , Raaschou-Nielsen, O. (2011). Long-term exposure to air pollution and asthma hospitalisations in older adults: a cohort study. Thorax. doi:10.1136/thoraxjnl-2011-200711
- J. Sunyer (2001). "Urban air pollution and Chronic Obstructive Pulmonary disease: a review". *European Respiratory Journal* 17 (5): 1024–1033.doi:10.1183/09031936.01.17510240. PMID 11488305.
- Raaschou-Nielsen, O. , Andersen, Z. J. , Hvidberg, M. , Jensen, S. S. , Ketzel, M. , Sorensen, M. , Tjonneland, A. (2011). Lung cancer incidence

and long-term exposure to air pollution from traffic. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. Environmental health perspectives, 119(6) , 860-865.doi:10.1289/ehp.1002353

- Raaschou-Nielsen, O. , Andersen, Z. J. , Hvidberg, M. , Jensen, S. S. Ketzel, M. , Sorensen, M. , Tjonneland, A. (2011). Air pollution from traffic and cancer incidence: a Danish cohort study. [Research Support Non-U.S. Gov't]. Environmental health: a global access science source 10, 67. doi:10.1186/1476-069X-10-67
- Committee on Environmental Health (2004). "Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children". *Pediatrics* 114 (6): 1699–1707. doi:10.1542/peds.2004-2166.PMID 15574638.
- "Polluted Cities: The Air Children Breathe" (PDF). World Health Organization.
- J. C. Fensterstock, J. A. Kurtzweg & G. Ozolins (1971): Reduction of Air Pollution Potential through Environmental Planning, Journal of the Air Pollution Control Association, 21:7, 395-399
- "Environment Canada - Air - Air Quality". Ec.gc.ca. 2007-09-10. Retrieved 2011-11-11.
- "Environment Canada - Air - AQHI categories and explanations". Ec.gc.ca. 2008-04-16. Retrieved 2011-11-11.
- Michelozzi, P.; Forastiere, F.; Fusco, D.; Perucci, C. A.; Ostro, B.; Ancona, C.; Pallotti, G. (1998). "Air Pollution and Daily Mortality in Rome, Italy". *Occupational and Environmental Medicine* 55 (9): 605–610.doi:10.1136/oem.55.9.605.JSTOR 27730990.PMC 1757645. PMID 9861182.

- "World Bank Statistics" (PDF). Retrieved 2010-08-29.
- Roman, M (2010). "Governing from the middle: the C40 Cities Leadership Group". *Corporate Governance* 10 (1).
- Beychok, M.R. (2005). *Fundamentals of Stack Gas Dispersion* (4th ed.). author-published. ISBN 0-9644588-0-2. www.air-dispersion.com
- Turner, D.B. (1994). *Workbook of atmospheric dispersion estimates: an introduction to dispersion modeling* (2nd ed.). CRC Press. ISBN 1-56670-023-X.
- Cooper, C.M. (1993). Biological effects of agriculturally Derived surface water pollution on aquatic system. J. Environ. Quality. 33: 402-408.
- Carins, J.; Dickson, K. L. and Mark, A (1979). Estimation of hazard of chemical substances to aquatic life. Hydrobiologia. 64: 175-186.
- Vigrego, A. (1985). Biochemical effects of trace metals. Mar. Poll. Bull. 16 (4): 153-157.
- Bharat, B.P.; Howrelia, H.J. & Selranayagam, M. (2006). Heavy metal toxicity and bio-accumulation a critical appraisal chapter 3. In: Heavy Metal Pollution Resenrch: 37-46.
- Al-Sattar (2006). Health impact of water pollution. Internet location. P1-4.
- Venugopal, B. & Luckey, T.D. (1975). Toxicology of Non-radioactive heavy metals and their salts. In: Heavy Metals Toxicity Salty and Hormology (Eds.). Luckey T.D. Venugapal B. and Hutchnson. D. Stuttgert. Thicme, 4-73.
- Jackson, J. (1992). Heavy metals and other inorganic toxic substances. In:

S. Matsu: ced, Toxic Guid lines of Lake Management in Lakes and Reservoires. Braz. J. Biol., 61(3): 363-370

- Zalups, R.K. & Lash, L.H. (1996). Interaction between Glutathion and mercury in the kidney, liver and blood. In: Toxicology of Methods (eds.). Chany L.W.. CRS Press Boca Raton. 145-163.
- Jennifer (2002). Electrowining. New Technology for Removing Heavy Metals from waste Water U.S.E.P.A., 97: 1-14.
- Evgniya, I.; Teodora, A.S.; ILiana, V. (2005). Cytogenetic testing of heavy metals and cyanide contaminated river water sinamining region of southwest Bulgaria. J. Cell Molecular Biol., 4: 99-106.
- Tapio, V.O.; Markus, J.; Irma, R. & Slonicma. (2000). Dict-mediated effect of heavy metals pollution on growth and immune response in the geometrict moth. Epirrita autuminata. Environ. Poll., 145p.
- Rosza, S. K. & Salanaki, J.(1985). Excitable membranes.Object for evaluating the effect of heavy metals pollution. Acta Biol.Hung.38:31-45.
- Klasser, C.D. (1991). Heavy metals and heavy metals antagonistic. The pharnmacological basis press. Inc. Singapore, 66: 1592-1614.
- Higgins, I.J. & Bun's, R.G. (1975). The chemistry and microbiology of pollution, Acadmic Press. N.Y.P. 189-210.
- VanDam, R.A.; Barry, M.J.; Ahokas, J.T. & Holdway, D.A. (1995). Toxicity of DTPATO Daphnia carinata.. modified by oxygen stress and food limitation. Ecotoxicol. Environ. Sasty, 31: 117-126.
- Winner, R.W.; Keeling, T.; Yeager, R. & Farrell, M. (1977). Effect of food type on the acute and chronic toxicity of copper to Daphnia magna. Freshwater Biol., 7: 343-349.

- Aloyzas Burba (1999). The design of an experimental system of estimation methods for effect of heavy metals and their mixture on Daphnia magna. Acta Zoologica. Littuancia. Hydrobiol. , 9: 2.
- Buikema, A.L. Jr. et al. (1977). Assessment of rotifers for acute determination of selected in organic pollutants. Bull. Virginia. War. Res. Cent.
- Nuwaysir, E.F. & Bittner, M. (1999). Microarrays and toxicology: the adrent of toxicogenomics. Mol. Carcinog. , 24: 153-159.
- Kinnish, M.J. (1992). Ecólogy of Estuaries. Anthropogenic. Effects. CRC Press. Inc, Boca Raton. Fi.

الفصل الثامن

تلوث المياه

الفصل الثامن

تلوث المياه

- العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى تلوث المياه
- الوسائل والطرق التي تؤدي إلى إدخال الملوثات إلى البيئة المائي
- أنواع ملوثات المياه
- التلوث بالنفط
- المعالجة والحد من تلوث المياه
- تلوث التربة
- المصادر

الفصل الثامن

تلوث المياه Water pollution

يعتبر الماء عصب الحياة إذ بدون الهواء والماء لا توجد حياة. وللماء اهمية بالغة حياة الإنسان وباقي الكائنات الحية. وتصل نسبته حوالي (60-90) من الوزن الطري لمعظم الأحياء. وقد ترتفع إلى أكثر من (98٪) كما في ثمار بعض النباتات كالخيار والرقي.

ويعتبر الماء الوسط الذي تحدث فيه جميع التفاعلات الحيوية والكيمياوية داخل اجسام الاحياء. وله أهمية خاصة في حياة الإنسان. ويمكن تخليص بعض مجالات استخدام المياه من قبل الإنسان بما يأتي:

1. يستخدم ثلثي الماء المجهز بواسطة اسالات الماء للأغراض المنزلية المختلفة وتشمل مياه الشرب والطبخ والغسل. أما الثلث الاخر فيتم استخدامه في الصناعة.
2. تستخدم المياه لأغراض التبريد أو توليد البخار وفي تصنيع المواد.
3. يستخدم الماء في توليد الطاقة الكهربائية.
4. يستخدم الماء في الصناعات الغذائية وفي تربية الحيوانات وفي ري المزروعات.
5. يُستخدم الماء للتنقل والتجارة اذ يعتبر احد وسائل النقل المهمة في العالم.
6. يستخدم الماء لأغراض الترفيه والمتعة والاستجمام.

وعلى الرغم من ان الماء مركب كيمياوي ثابت التكوين فإنه غالباً ما يكون محتوياً على عناصر ومركبات متباينة قد تفيد الكائن الحي، ولكن عند زيادتها عن الحد المطلوب فإنه تسبب التلوث الذي يسبب عدم إمكانية استخدامه في

الصناعة أو الزراعة أو لأغراض الشرب والاستخدامات المنزلية وقد لا يصبح صالحاً حتى لمعيشة الاحياء التي تعتمد عليه.

لذا يُعرّف تلوث المياه بأنه تغير واضح في الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه بحيث يصبح غير صالحاً للأستخدام من قبل الإنسان ولا يشكل بيئة ملائمة لبقاء وتكاثر الكائنات الحية. وهناك عدد من الظواهر التي تدل على تلوث المياه هي:

1. قلة الاوكسجين المذاب.
2. زيادة في درجات حرارة الماء.
3. زيادة المواد المغذية الذائبة.
4. زيادة الكدرة وتأثيرها على تخلل الضوء.
5. وجود فضلات سمية في الماء.
6. تغير خواص القاع.
7. إنتاج أو نمو غير مرغوب فيه للاحياء المائية اي الاثراء الغذائي.
8. المحتوى البكتيري العالي، ووجود الطفليات بحيث تكون مصدراً للاوبئة والامراض.
9. زيادة في تركيز الاملاح الذائبة في الماء.

الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه:

تؤدي الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه دوراً مباشراً في توزيع الاحياء وسلوكها وتكيفها، ومن بين أهم هذه الخواص التي لها علاقة بتلوث المياه هي:

1. التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity:

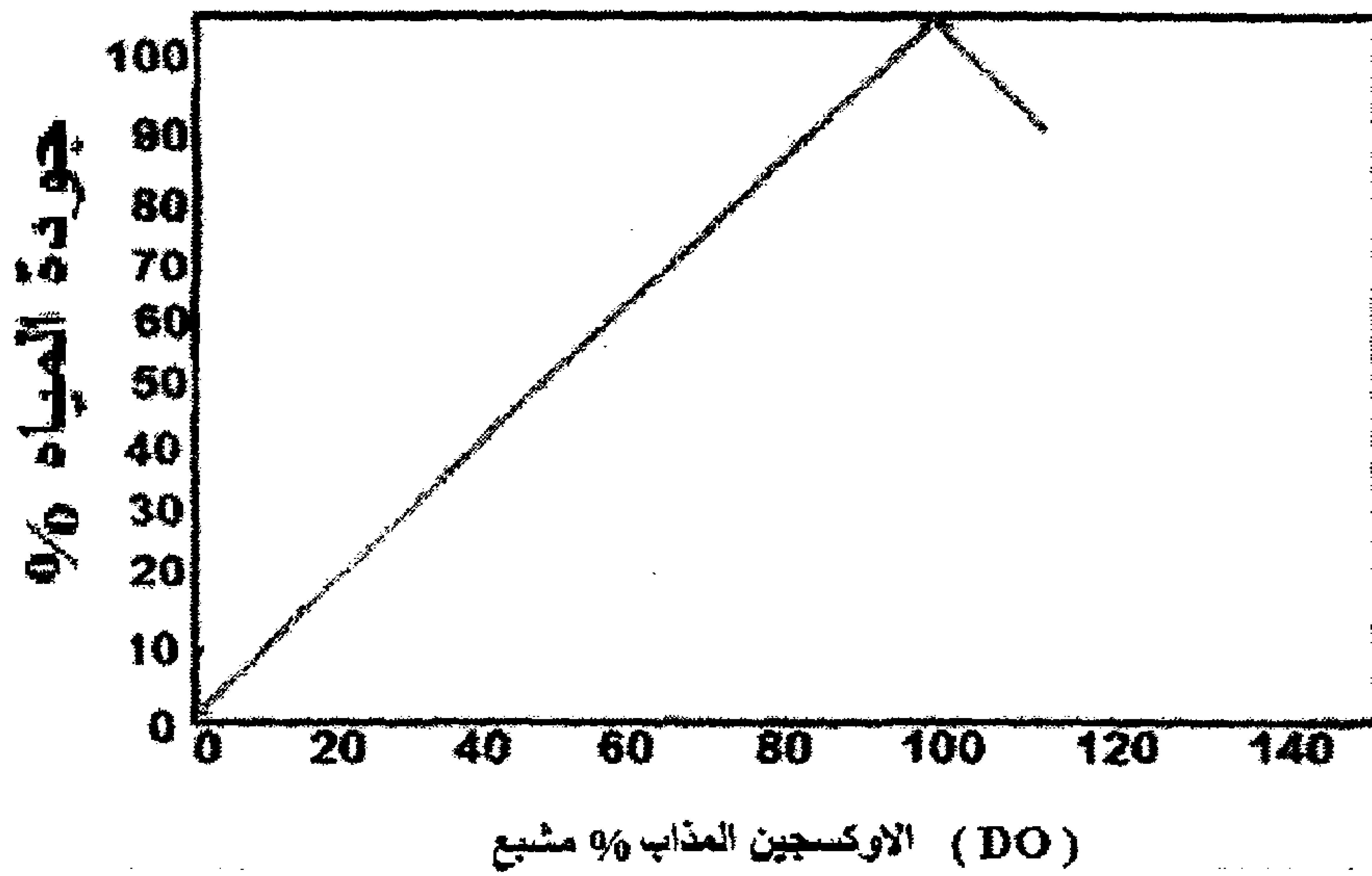
يعتمد التوصيل الكهربائي للمياه على الاملاح المذابة به حيث يتناسب التوصيل الكهربائي طردياً مع هذه الاملاح. ويعبر عن التوصيل الكهربائي بوحدة المليموز/ سم أو المايكروسينتمتر. سم$^{-1}$. علماً بأن قيمة التوصيل الكهربائي في الماء المقطر تساوي صفر وتزداد كلما ازدادت الاملاح الذائبة في الماء.

2. الملوحة Salinity

تعود ملوحة المياه إلى وجود مختلف الايونات كالكاربونات والكبريتات والكلوريدات والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم وغيرها. وتختلف الاحياء المائية في مدى أو قابلية التحمل للملوحة.

3. الاوكسجين المذاب Dissolved Oxygen

يعد الاوكسجين المذاب من بين العوامل الكيميائية الحرجة في التأثير على البيئة المائية إذ ان الاحياء المائية (باستثناء الكائنات اللاهوائية) تحتاج لهذا الغاز الحيوي لاجل تنفسها. وتتحكم درجة الحرارة والملوحة فضلاً عن الضغط في تركيز التشبع بالاوكسجين، إذ تزداد تراكيز الاذابة والاشباع بانخفاض درجات الحرارة. تختلف نسب الاوكسجين المذاب في المسطحات المائية حسب نوع وطبيعة المسطح وتيارات المياه. كما ان لنوعية الكائنات الحية النباتية والحيوانية تأثيرها من حيث الاستهلاك والانتاج. كما ان لطبيعة التلوث اثر واضح في نسب الاوكسجين المذاب فضلاً عن عمليات التحلل التي تستهلك مقادير هذا الغاز.



شكل (49) العلاقة بين الاوكسجين المذاب ونوعية المياه

وهناك مصطلحين مهمين في قياس كمية الاوكسجين المستهلك وهما:

أ. المتطلب أو الاحتياج الكيمياوي للأوكسجين Chemical Oxygen Demand:

ويرمز له COD ويعرف بأنه كمية الاوكسجين اللازمة لإتمام الاكسدة الكيمياوية للمواد القابلة على التأكسد الكيمياوي في المياه ويعبر عنه بوحدة ملغم اوكسجين في لتر من الماء.

ب. المتطلب أو الاحتياج البايوكيميائي للأوكسجين Biochemical Oxygen Demand

ويرمز له BOD والذي يعرف كذلك بالمتطلب أو الاحتياج البيولوجي للاوكسجين Biological Oxygen Demand فإنه يعبر عن ما تستهلكه الاحياء المجهرية الهوائية المعيشة كالبكتيريا والخمائر من الاوكسجين اللازم

لتنفسها اثناء تكسيرها أو تحللها للمواد العضوية الموجودة في المياه. علماً أنه يمكن استعمال المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين كدليل من أدلة التلوث للمياه. ويعتبر المسطح المائي نظيفاً أو نقياً عندما لا يزيد المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين عن (4 ملغم/ لتر) في حين تكون قيمته البالغة (5 ملغم/ لتر) حرجة ما بين المياه الملوثة والمياه النقية، وما زاد عن ذلك فلا يجوز استخدامه لاغراض الشرب. وعندما تكون القيمة (20 ملغم/ لتر) فإن المياه تعد ملوثة جداً. اي كلما كانت قيمة BOD منخفضة كلما كانت نوعية المياه جيدة.

4. الاس الهيدروجيني pH

تختلف الاحياء المائية فيما بينها اختلافاً واسعاً من حيث حاجتها إلى التراكيز المحددة لايون الهيدروجين وتتراوح قيم الاس الهيدروجيني للمياه الطبيعية بصورة عامة بين (5-9) واغلبها ما بين (6.5-8.5) في المياه العذبة. علماً ان معظم احياء المياه العذبة تستطيع التحمل المدى ما بين (3.3-10.7) دون اي ضرر ظاهر ولكنها لا تتواجد في هذا المدى بصورة واسعة.

5. كبريتيد الهيدروجين H_2S

تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها القاعدية كميات متميزة من هذا الغاز كلما كان في بعض البحيرات والبرك ومصبات الانهار. وينتج هذا الغاز بالطبقات التحتية الغنية بالمواد العضوية المتحللة. وتؤدي زيادته إلى تدمير اشكال الحياة باستثناء البكتيريا اللاهوائية ويعد وجود غاز كبريتيد الهيدروجين احد أدلة التلوث العضوي.

6. اللون Colour

تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثاً بمواد ملونة ذائبة. قد يرجع اللون إلى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل وتفسخ الاحياء المائية وتعرف بالدبال. كما أن مركبات الحديد والنحاس والمنغنيز وغيرها قد تسبب تلون المياه فضلاً عن المواد الملونة والاصباغ التي ترمى إلى المياه مباشرة.

7. الكدرة: turbidity

أن وجود المواد العالقة من الطين والغرين فضلاً عن الهائمات النباتية والحيوانية يسبب عكورة المياه مما يسبب عرقلة وصول الطاقة الضوئية إلى ابعد أو اعماق معينة من عمود المياه مما يؤدي إلى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية وتقليل الانتاجية البيولوجية في ذلك المسطح المائي. وتكون الكدرة اكثر في المياه الجارية كالانهار بسبب تيار المياه مقارنة بالمياه الساكنة كالبحيرات. تقاس الكدرة بوحدات الكدرة النفلومترية NTU. كما يمكن قياس الكدرة خلال قياس مجموع الدقائق الصلبة العالقة ويرمز له TSS.

العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى تلوث المياه:

1. الكثافة السكانية.
2. كثافة المؤسسات الصناعية وتوزيعها وقربها من مسطح مائي معين.
3. التطور التكنولوجي في الصناعة والزراعة والطب والعلوم الاخرى.
4. إهمال الإنسان للحد من التلوث وعدم معاملة المواد الملوثة قبل رميها في المسطحات المائية.

الوسائل والطرق التي تؤدي إلى إدخال الملوثات إلى البيئة المائية:

1. طرح فضلات المجاري المنزلية.
2. طرح المخلفات الصناعية من خلال رميها مباشرة في الانهار أو البحار.
3. طرح الفضلات من البواخر ووسائل النقل النهرية.
4. التسرب من الاراضي للمواد التي تستخدم في الزراعة (مياه المبازل).
5. عمليات التفريغ للمواد الملوثة من قبل البواخر كحالة اعتيادية جارية حالياً.
6. من خلال استثمار قاع البحر للنفط أو المعادن الاخرى.
7. سقوط المواد الملوثة من الجو إلى المياه.
8. التجارب والمعامل والانفجارات الذرية.
9. فضلات المستشفيات.

أنواع ملوثات المياه: Water pollutants

هناك العديد من الملوثات التي تعمل على تغيير الصفات الفيزياوية والكيمياوية أو البيولوجية للمياه بحيث تجعله غير صالح للاستخدامات المعروفة وهذه الملوثات هي:

أ. الاملاح المغذية.

وهي تلك المواد التي تكون ضرورية لنمو الاحياء المائية وخاصة النباتات المائية، ولكن هذه المواد تصبح مصدراً للتلوث عند زيادة تركيزها في المياه عن الحد الطبيعي إذ تسبب زيادة في إنتاج وازدهار الهائمات النباتية التي تؤدي إلى ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication ومن هذه المواد هي املاح الفوسفات

والنترات والتي تنتج من استخدام مساحيق الغسيل والمنظفات وان المياه التي تستقبل هذه الاملاح يميل لونها إلى الاخضر أو الاخضر المزرق.

ب. الفضلات العضوية:

تشكل هذه الفضلات الجزء الاكبر من مخلفات المنازل، وتشمل المركبات العضوية القابلة للتحلل الحيوي والتي تتواجد في مياه المجاري المنزلية، وعندما تتحلل هذه المركبات عن طريق البكتريا وخاصة الهوائية فإنها سوف تعمل على تقليل كمية الاوكسجين الذائب في الماء، وبذلك تتأثر الاحياء المائية كافة التي تعتمد في تنفسها عليه.

ومن المعلوم ان هناك اربع عمليات تؤثر في نسب الاوكسجين المتوافر في المياه هي:

1. التهوية.
2. البناء الضوئي.
3. التنفس.
4. اكسدة الفضلات العضوية.

إذ تزيد العمليات الاولى والثانية نسب الاوكسجين، في حين تعمل العمليتان الثالثة والرابعة على انقاصه، وتسمى هذه الفضلات ايضاً بالفضلات المستهلك للاوكسجين Oxygen demanding wastes وهناك طرق متعدد لقياس علاقة الاوكسجين بالتلوث الحاصل في المياه ومنها:

1) المتطلب الحيوي للاوكسجين Biological Oxygen Demand ويرمز له بـBOD.

2) المتطلب الكيمياوي للاوكسجين Chemical Oxygen Demand ويرمز لـه بـ COD.

جدول (12) نوعية المياه ومستوى BOD مقاسة جزء بالمليون جزء ppm

مستوى BOD (ppm)	نوعية المياه
2–1	جيدة جدا لا توجد مواد عضوية في الماء
5–3	جيد معتدل النظافة
9–6	ضعيف تقريبا ملوث
100 أو اكثر	غالبا ما يشير إلى وجود مادة عضوية وبكتريا محللة

ثانياً: المخلفات الصناعية:

هناك انواع كثيرة من ملوثات المخلفات الصناعية تختلف باختلاف نوع الصناعة. ومن الصناعات التي تكون مصدراً للملوثات هي الصناعات الكيمياوية مثل صناعة الاسمدة والورق والنفط والمطاط واستخراج المعادن من خاماتها وصناعة الحديد والصلب والاسمنت والكبريت والفوسفات وصناعة السكر ومحطات الطاقة الكهربائية وغيرها.

تحوي الفضلات الصناعية اساساً المواد الاتية:

1. مواد طافية: وهي المواد التي تطفو فوق سطح الماء كالزيوت والدهون والرغوة.
2. مواد عالقة: وهي المواد التي تبقى عالقة في عمود الماء ولا تترسب الا ببطء

شديد وتسبب الكدرة خاصة في الانهار ومصباتها وما ينتج عن ذلك من تأثير سلبي.

3. مواد مذابة: وهي مواد ذائبة في الماء كالاحماض والقلويات والمعادن والمبيدات الحشرية والسيانيد والفينول وغيرها من المواد التي تشمل الحياة المائية.

انواع الملوثات الصناعية حسب تأثيرها على المياه تقسم الى:

أ. الملوثات الصناعية التي تؤثر على الصفات الفيزيائية للمياه. وتشمل على:

- ملوثات اللون: وهي عبارة عن ما ترميه مصانع الورق والاصباغ من مواد كيمياوية مختلفة مما يؤدي إلى تكون لون غير طبيعي للمياه المستقبلة لهذه الملوثات والتي لها تأثيرات بيئية على عدة أمور منها تقليل تخلل الضوء وتغير في نواحي الذوق وغيرها.
- ملوثات الطعم والرائحة: يرجع مصدر الروائح المنبعثة من المياه بصورة رئيسية إلى الغازات الذائبة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبات العضوية المتطايرة. اما الطعم فإنه يعتبر مؤثراً آخر لوجود بعض المواد الكيمياوية كالاملاح المذابة مثل املاح الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس والصوديوم والبوتاسيوم والمواد العضوية.
- ملوثات الكدرة: يعود سبب الكدرة في اي مسطح مائي إلى عدة عوامل منها وجود المواد العالقة القادمة من الفضلات الصناعية، وكذلك الدقائق الغرينية الطينية، وبعض الاحياء المائية كالهائمات النباتية وبعض الحيوانات وبقاياها الميتة.
- ملوثات درجة الحرارة: ترمي بعض المصانع مخلفات مائية ذات درجات

حرارة أعلى مما هو موجود في المياه مما قد يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه المستقبلة لهذه المخلفات وبالتالي يؤدي إلى موت عدد من الاحياء المائية أو تؤثر على اداء العمليات الايضية.

ب. الملوثات الصناعية التي تؤثر على الصفات الكيمياوية للمياه. وتشمل على:

- ملوثات درجة تركزي الهيدروجيني (pH): حيث تطرح المصانع مثل معامل إنتاج الاسمدة مواد كيمياوية ذات طبيعة حامضية أو قاعدية عالية بحيث تؤثر على درجة تركيز الهيدروجين للمسطح المائي مما يؤثر على المكونات البيئية للمنطقة وعلى صلاحية هذه المياه للشرب.
- ملوثات المواد العضوية: يرمي عدد من المصانع الفضلات الحاوية على مواد عضوية. تعمل هذه المواد على تقليل كمية الاوكسجين المذات عند تحللها منم قبل الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا والفطريات ومن أمثلة المخلفات العضوية هو ما يطرح من فضلات معامل الورق حيث تحتوي عجينة الورق على المواد السليلوزية.
- العناصر الثقيلة: يطرح عدد من المعامل أو المصانع الفضلات الحاوية على مواد عضوية. تعمل هذه المواد على عدد من العناصر الثقيلة ذات التأثيرات الضارة والسامة لعدد من الاحياء المائية. مثل الزئبق والمنغنيز والنحاس والزنك وكذلك الكاديوم الذي يدخل في صناعة الاطارات والبطاريات وانتاج الاصباغ.
- الاملاح المغذية: تطرح بعض الصناعات عدد من الاملاح التي تعتبر مغذية للكائنات الحية ولكنها تكون مصدراً لتلوث ذلك المسطح المائي مثل النترات والامونيا والكبريتات وغيرها.

ج. الملوثات البايولوجية (الحيوية):

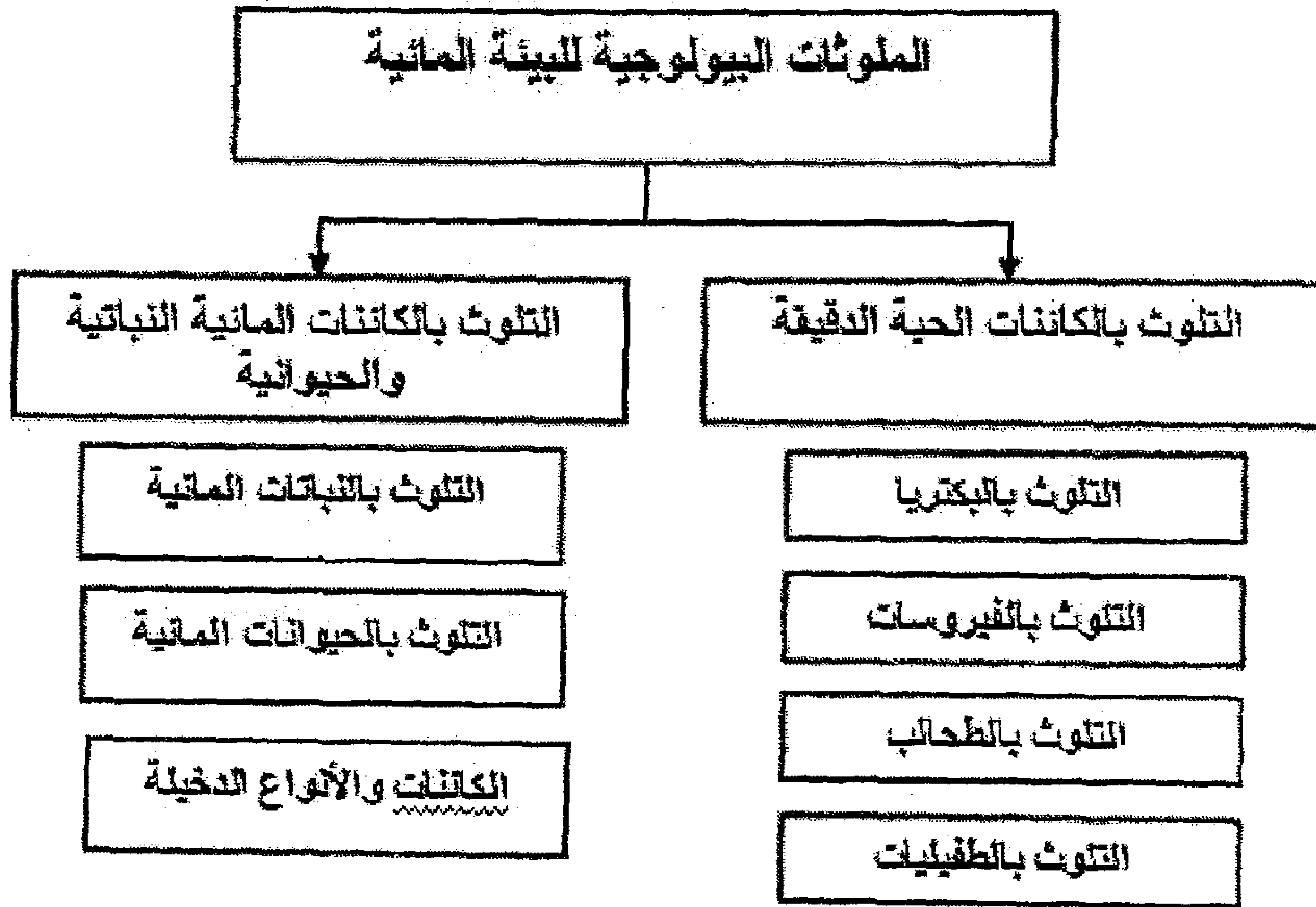
ان بعض الصناعات تطرح فضلاتها الحاوية على عدة أنواع من البكتيريا المرضية والطفيليات المعدية والميكروبات الاخرى مثل معامل الدباغة والجلود، والمجازر بأنواعها، والصناعات الغذائية المختلفة بضمنها صناعة الألبان وكذلك معامل التعليب للمواد الغذائية.

لا يعد تلوث الماء مشكلة صحية واقتصادية خطيرة. فمازال ماء صرف المجاري غير المعامل بدرجة غير كافية من ملايين الناس ينساب إلى الجداول والانهار والبحيرات في عام 1970 تم تقدير 35٪ من سكان الولايات المتحدة الامريكية العائشة في مناطق دون أي معاملة لمياه المجاري و46٪ يستخدمون محطات معاملة صرف مجاري غير كافية أو مثقلة بصورة زائدة. وكانت الكلفة المقدرة بحوالي 350 مليون دولار. في العراق المشكلة أكبر حيث بينت دراسات تلوث المياه بمياه المجاري الغير معاملة (Abdulla et el,2007). يبين الشكل التالي معدل عدد البكتريا الهوائية، بكتريا القولون البرازي، بكتريا المسبحات البرازية وبكتريا الزائفة الزنجارية في المياه الراكدة و المياه الجوفية ومياه قناة الجيش في بغداد.

وتخلق مخلفات صرف المجاري في القنوات والانهر والبحيرات والمياه الساحلية عدة مشكلات كبرى. فقد تحتوي هذه المخلفات في المقام الاول بكتريا وفيروسات مرضية تهدد صحة البشر. فالامراض المحمولة بالمياه مثل التيفوئيد والدزينتاريا الباسلية والزينتاريا الاميبة والتسمم وشلل الاطفال والتهاب الكبد جميعها تمثل مخاطر صحية كامنة في المياه الملوثة بصرف المجاري.

كما وان تلوث مياه الانهار والبحار والمحيطات يوثر على النظام

البيئي لهذه البئات وبذلك تسبب نقص في السماك وغيرها من الكائنات الحية النباتية والحيوانية الاخرى مسببة تصحر مياه البحار والمحيطات (Water desertification (Ocean Desertification).



شكل مخطط لصور التلوث البيولوجي للبيئة المائية

شكل (50) مخطط لانواع التلوث البايولوجي

ثالثاً: مخلفات العمليات الزراعية:

تصل إلى بعض المسطحات المائية القريبة من الاراضي الزراعية عدد من المواد الكيمياوية كأملاح الفوسفات والنتروجين من خلال عملية تسميد الاراضي الزراعية وريها وبزلها. فقد تتلوث الانهار مباشرة من هذه الاملاح التي ستساعد على ازدهار النباتات وتؤدي إلى ظاهرة الاثراء الغذائي.

كما قد يحدث تلوث البيئة المائية من خلال استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الادغال والمبيدات المستعملة لمكافحة الاوبئة مثل الـ دي دي تي والكلوريدين والملاثيون وغيرها اذ أن هذه الملوثات تؤثر بنسب متفاوتة على الكائنات الحية المختلفة.

رابعاً: التلوث الحراري Thermal Pollution

ان استخدام المياه في محطات توليد الطاقة الكهربائية ومصانع الحديد والصلب ومعامل تكرير النفط وغيرها من الصناعات تؤدي إلى طرح كميات هائلة من المياه الساخنة في المسطحات المائية القريبة منها مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة تلك المياه وبالتالي يؤدي إلى التأثير على التوازن البيئي لذلك المسطح المائي من خلال تأثيره على العمليات الايضية للاحياء المائية التي قد تحد من نشاطها أو تؤدي إلى قتلها. ومن الملاحظ ان قابلية الماء في الاحتفاظ بالاوكسجين تقل كلما ارتفعت درجة حرارته. لذا فإن فقدان الاوكسجين يعتبر احد العوامل البارزة في التلوث الحراري.

خامساً: التلوث بالنفط Oil Pollution

تأثير التلوث النفطي على البيئة والكائنات الحية البحرية تشكل المحيطات حوالي 71٪ من سطح الأرض وإن حجم سكانها من المواطن هو أكبر بنحو 300 مرة من حجم المواطن على سطح الأرض وتشكل الأحياء البحرية قدرا كبيرا من الكائنات الحية بدءا من الكائنات المجهرية، كمعظم العوالق الحيوانية والعوالق النباتية إلى الحيتان الضخمة الذي يصل طولها إلى ما يزيد عن خمسون مترا.

وتعتبر الحياة البحرية موردا ضخما للحياة حيث توفر الأغذية والأدوية

والمواد الخام. وبشكل أساسي فإن الحياة البحرية تساعد على تحديد طبيعة كوكبنا. كما تساهم الكائنات الحية البحرية مساهمة كبيرة في دورة الأكسجين، وتشارك في تنظيم مناخ الأرض. والشواطئ هي جزئيا محمية من الحياة البحرية حتى ان بعض الكائنات البحرية تساعد على تجديد دورة الأرض.

تأثير التلوث النفطي على الكائنات الحية البحرية

التلوث بالنفط: هو إطلاق عناصر أو مركبات أو مخاليط غازية أو سائلة أو صلبة مصدرها النفط إلى عناصر البيئة، التي هي الهواء والماء والتربة، مما يسبب تغييراً في وجود هذه العناصر.

يؤدي تلوث البحار والمحيطات بالنفط إلى مجموعة كوارث حقيقية في غاية الخطورة فمنها ما يمكن ملاحظته وحصره والسيطرة عليه منذ بداية التلوث وخلال عدة أيام وإلى شهور ومنها لا يمكن حصره والسيطرة عليه لأن أثاره الخطيرة لا تظهر إلا بعد عدة سنوات ولا يمكننا السيطرة عليها.

يتوزع ضرر التلوث بالنفط على كافة أشكال الحياة» الإنسان والكائنات الحية البحرية والبرية والطيور والنباتات» ويؤدي بالنهاية إلى موت وإنقراض الملايين من الكائنات الحية البحرية ومن كافة الأجناس والأنواع والأحجام وإلى تعطل أغلب الخدمات الملاحية وإلى تدمير السياحة من خلال تلويثه المياه والشواطئ وإلى إلحاق الضرر بمحطات تحلية المياه ووصول بعض المواد الكيميائية الناتجة من النفط إلى مياه الشرب وإلى إنخفاض كبير في إنتاجية صيد الأسماك، كما يدمر الأيكات النباتية وعلى رأسها غابات المانجروف بالإضافة إلى إلحاق الضرر بألاف الأنواع من الطيور حيث يؤدي النفط إلى قتل الطيور من خلال قتله إلى الأحياء البحرية كاليرقات التي يعتمد عليها في غذاؤه وأيضا من جراء

تلوث الطيور ذاتها بالنفط عند قيامها بصيد تلك اليرقات. بالإضافة إلى تـأثيرات أكثر خبثاً وهي الوصول إلى غذاء الإنسان، حيث تتجمّع وتخزن مركبـات الـنفط في الكائنـات الحيـة البحريـة مـن أسمـاك وغيرهـا مـن الأصـداف والقشـريات والروبيان.. وتصلنا نحن البشر عبر سلسلة الغذاء عندما يأكلها الإنسان. كمـا أن المركبات النفطية الخطـيرة والأكثـر ثباتـاً تنتقـل إلى الإنسـان أيضـا عـن طريـق السلسـلة الغذائيـة حيـث تختـزن في أكبـاد ودهـون الحيوانـات البحريـة، وهـذه المركبات لها آثار سيئة بعيدة المدى لا تظهر علـى الجسـم البشـري إلا بعـد عـدة سنوات.

وفي الوطن العربي أصبحت مشكلة تلوث الشواطئ والبحار خطرا داهماً على النشاط البشري والاقتصادي يؤرق المهتمين بشئون البيئة حيث أن أكثر من نصف السكان العرب يعيشون علـى امتـداد المنـاطق السـاحلية والبحريـة وهـم بذلك يعتمدون على مياه البحر في مجالات السـياحة والاصـطياف وتحليـة ميـاه البحر نتيجة لندرة المياه العذبة بالإضـافة إلى اسـتخدام البحـر كمصـدر للغـذاء واستخراج المعادن، وإن البحار المطل عليهـا الـوطن العربـي (البحـر المتوسـط، البحر الأحمر، الخليج العربي) تعتبر من أكثر البحار تلوثاً وذلك لأنها بحـار شـبه مغلقة حيث أن مياهها لا تتجدد إلا بعد حوالي مائة سنة أو يزيـد بالإضـافة إلى كثافة حركة الملاحة واستخدام هذه البحار كمستودعات للملوثات الأخرى مثل القمامة ومياه الصرف الصحي.

الأشكال المتعددة لتفاعل وإنتشار النفط في الطبيعـة يتميـز الـنفط بقدرتـه العالية على التفاعل والإنتشار بعدة أشكال والوصول إلى الهواء وإلى التربـة وإلى المياه العذبة وإلى البحار أو المحيطات وبعدة أشكال مختلفة تعتمد على العديد مـن العوامل الحيوية والفيزيائية والجوية، مع العلم بأن كافـة هـذه الأشـكال هـي في

غاية الخطورة وقد يجتمع في موقع ما شكل واحد أو أكثر أو كافة الأشكال وكلما زادت عدد تلك الأشكال كلما زادت الصعوبة من التخلص منه.

والأشكال المتعددة لتفاعل وإنتشار النفط في الطبيعة هي: الإنتشار (spreading) والإنجراف (Drifting) والتبخر (Evaporation) والتفكك والتحلل الطبيعي (Natural Dispersion) وتشكله على شكل مستحلب (خليط ماء ونفط) (water in oil Emulsification) والذوبان (Dissolution) والأكسدة (Oxidation) والترسب (Sedimentation) والتحلل البكتيري (Biodegradation)

أثار التلوث النفطي على الهواء والصحة العامة

إن إحتراق النفط يؤدي إلى انبعاث العديد من أخطر الغازات من المركبات السامة والضارة بصحة الإنسان

ينتج عن إحتراق النفط مجموعة كبيرة من الغازات السامة والضارة بصحة الإنسان وبكافة أشكال الحياة والبيئة ونذكر منها **أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين والمركبات الهيدروكربيونية ونسبة عالية من السخام (20-25٪)، وإحتراق الأملاح ككلوريد الصوديوم وأملاح الكالسيوم والبوتاسيوم.**

أثار التلوث النفطي للهواء على الصحة العامة

إن الدخان الكثيف للنفط المحروق يحمل المواد الهيدروكربونية والآروماتية والسخام والتي لها الأثر الكبير الضارعلى الصحة العامة، والتي تسبب أمراض الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والسرطانات. كما تسبب الولادة المبكرة

والإجهاض والعيوب الخلقية لدى حديثي الولادة والأمراض كالطفح الجلدي ومشاكل في الذاكرة والصداع والخمول وضعف المناعة.

اثار التلوث النفطي على التربة

يعتبر النفط من أخطر مصادر تلوث التربة وتحويلها إلى تربة عقيمة غير صالحة للحياة النباتية والحيوانية ولجميع الكائنات الحية.

هنالك عدد كبير من المركبات الضارة التي يحتويها النفط الخام والتي تؤدي جميعها إلى تلويث بيئة الأرض والمياه، والتي تكون على شكل ملوثات نفطية عضوية سامة أو ملوثات نفطية غير عضوية سامة، والتي تضم العديد من المركبات الخطرة مثل مركبات الفينول، مركبات السيانيد، مركبات الكبريتيدات، أيونات المعادن السامة، المواد الذائبة والعالقة، والمواد الهيدروكربونية. وكافة تلك المواد السابقة تعمل على تدمير كافة أنواع الأتربة ومنها التربة الزراعية الخصبة وتحولها إلى تربة عقيمة لا نفع منها. فالنفط السائل يعمل كحاجزاً كتيم بين حبيبات التربة والهواء ويؤدي إلى تسمم وموت كافة محتويات التربة من كائناتها الحية وإلى تدهور ومن ثم موت النباتات والحيوانات والحشرات مما يسبب خللاً تاماً في النظام البيئي. كما للنفط تأثير سُمي مباشر على النباتات والأشجار المزروعة وبكافة أنواعها وأحجامها، كما يشكل النفط الملتصق بالمجموع الخضري عازلاً يمنع التبادل الغازي بين النباتات والهواء الجوي ويؤدي بالنهاية إلى موتها.

اثار التلوث النفطي على البحار والمحيطات

تأثير التلوث النفطي على الثروة السمكية وصيد الأسماك:

يؤدي تلوث البحار والمحيطات بالنفط إلى إلحاق الضرر بكافة الكائنات الحية البحريه دون إستثناء» الحياة المجهرية والنباتات والطحالب واللافقاريات

البحرية والأسماك والزواحف والثدييات البحرية والشعاب المرجانية وطيور البحر» والتي تعيش بكافة الأعماق من (القاعية اوالتي أوتعيش قرب القاع أو التي تعيش قرب السطح) وينتج عن ذلك خسارة فادحة بكافة هذه الكائنات وبالثروة السمكية لمنطقة التلوث والمناطق المجاورة لها وإلى إنخفاض كبير جدا في إنتاجية صيد الأسماك الذي يعتاش منها ملايين البشر نظرا لعدة أسباب:

1. نفوق كميات هائلة من الأسماك وبكافة الأنواع والأعمار نتيجة التسمم أو الإختناق بالنفط.
2. نفوق بيض ويرقات العديد من الأسماك التي تعيش في مناطق قريبة من سطح البحر أو تقطن الطبقات العليا منه.
3. عزوف الناس عن شراء الأسماك خوفا من أخطار إستهلاكها للأسماك الملوثة.
4. عدم تناول الأسماك لرداءة طعمها لفترة زمنية طويلة.
5. توقف الصيادين عن الصيد في المناطق الملوثة خشية تلف معداتهم.

اثار التلوث النفطي على سطح المياه

إن انتشار النفط على سطح الماء يشكل طبقة تمنع التبادل الغازي كما تمنع وصول الضوء الكافي للهوائم النباتية مما يسبب خلل في السلسلة الغذائية. وهذا يؤدي إلى انخفاض حاد في المخزون السمكي. كما يؤدي تدفق النفط إلى تلوث المياه الجوفية خاصة عندما تكون التكوينات المائية شديدة النفاذية مما يجعل من السهل تسرب النفط إلي هذه التكوينات خاصة بمصاحبة مياه الأمطار.

تأثير التلوث النفطي على العوالق والطحالب والهائمات النباتية البحرية

إن مجموعة «الطحالب والهائمات البحرية والكائنات النباتية الدقيقة من العوالق النباتية» تمد الارض بالجزء الأكبر من الاكسجين الذي نتنفسه اذ تطلق ما يزيد عن 150 مليار كيلوجرام من الاكسجين سنويا. وتشكل المصدر الأساسي للسلسلة الغذائية لكافة الكائنات الحية في البحار والمحيطات كما تعتبر هذه المجموعة من أهم المنتجين المتعددين الاساسيين على وجه الأرض.

وفيما يلي نذكر بعضا من تأثيرات التلوث النفطي على العوالق والطحالب والهائمات النباتية البحرية

1- تعتبر الطحالب والكائنات وحيدة الخلية والهائمات النباتية مصادر غذائية هامة غنية بالأحماض الأمينية والدهنية سهلة الامتصاص لكافة أنواع الأسماك بشكل عام ويرقاتها بشكل خاص وبفقدها تفقد الأسماك الغذاء مما يؤدي إلى ضعفها وموتها في أغلب الأحيان.

2- تعتبر الهائمات النباتية المسؤول الأول عن تثبيت الطاقة وإنتاج الأوكسجين في البيئة البحرية بوساطة عملية التركيب الضوئي.

3- تدخل الملوثات النفطية إلى البنية الخلوية للملايين من الكائنات الحية النباتية الكبيرة منها والدقيقة ومن ثم تصل إلى الأسماك عن طريق تغذية هذه الأسماك على تلك النباتات وبالنهاية تصل إلينا نحن البشر من خلال إستهلاكنا لتلك الأسماك، فنلاحظ بأن تلوث البحار والمحيطات بالنفط لا يؤثر فقط على مجموعة أو نوع واحد من الكائنات الحية بل يؤثر على كافة الأحياء وفي كل بقعة من كرتنا الأرضية.

تأثير التلوث بالنفط على الرخويات والمحاريات:

تعتبر شعبة الرخويات أحد شعاب الكائنات الحية الهامة المكونة للنظام البيئي البحري حيث تتغذي عليها بعض الكائنات البحرية بينما تتغذي هي علي بعض الأنواع الاخرى مثل الهائمات النباتية والحيوانية وبعض الأسماك، لتدخل في منظومة السلسلة الغذائية بالإضافة لأهمية بعضها الاقتصادية التي لا تخفي على احد مثل محاريات (اللؤلؤ) كما أن لبعضها قيمة غذائية وطبية عالية.

ويعتبر التلوث بالنفط من أكثر المخاطر التي تهدد كافة أنواع الرخويات في البحار والمحيطات فهو يؤثر عليها من جوانب حياتية متعددة والتي نذكر منها مايلي:

1- يؤدي إلى نفوق كبير بأعداد الرخويات.

2- يؤدي إلى إنخفاض عملية الإخصاب عند الرخويات.

3- يؤدي إلى انخفاض في قابلية وكفاءة هذه الأحياء البحرية على الحركة والسباحة.

تأثير التلوث بالنفط على اللافقاريات البحرية (القشريات) وباقي الأحياء البحرية:

تذخر المحيطات والبحار بتنوع هائل من الحيوانات اللافقارية التي تتباين في اشكالها واحجامها تباينا كبيرا والتي تتراوح احجامها ما بين الميكروسكوبيه مثل (البروتوذا) وإلى العملاقة مثل قنديل البحر العملاق الذي يصل قطر مظلته مترين وطول لوامسه حوالي 30 مترا ووزنه حوالي طن وجيع هذه الكائنات الحية الهامة تتأثر بشكل كبير من التلوث بالنفط.

تختلف شـدة إصـابة وتـأثير التلـوث النفطـي علـى مجموعـة واسـعة مـن القشريات ومنها «الروبيان والسرطانات» وذلك بحسب أماكن قربها أوبعدها عن مكان التلوث وبحسب عمر تلك القشريات ونلاحظ الحالات التالية.

1- تتعرض مجموعة القشريات إلى الموت وبكافة أطوار حياتها (البالغة أو الفتية أو البيوض) التي تتواجد تحت التأثير المباشر مع الملوثات النفطية.

2- القشريات البعيدة التي ليست تحت التأثير المباشر مع الملوثات النفطية كسابقتها فيمكنها الهروب وبقاؤها حية.

3- صغار ويرقات وبيوض القشريات التي فإنها لا تستطيع الفرار فتؤدي الملوثات النفطية إلى موتها.

كما تعتبر شوكيات الجلد وخيار البحر من أكثر الأحياء حساسية وتأثرا بالنفط المتسرب في البحار والمحيطات والذي يؤدي إلى موتها وبالتالي إنقراضها، كما تتأثر بشكل كبير كل من الحيوانات الفقرية التي تتنفس مثل» الأفاعي والسلاحف والدلافين ...» والتي وجد أن الكثير منها يصعد إلى الشاطئ لتموت هناك بعد إصابتها بعدة حالات صحية خطيرة مثل» صعوبة في التنفس والإلتهابات الجلدية والنزف الداخلي..» والتي تؤدي جميعها بالنهاية إلى موت تلك الكائنات الحية داخل الماء أو على الشاطئ.

بالإضافة إلى تأثر وموت العديد من كافة أنواع الثدييات البحرية مثل الحيتان والعرائس التي تشمل (خروف البحر، والأطوم). وعجول البحر التي تشمل كافة أنواع الفقمة (أسد البحر وفقمة الفراء والفظ..). وأوتر البحر الذي تشمل (ابن عرس والبادجر) والدبب القطبية.

اظهرت الدراسات الحديثة وجود تأثيرات كبيرة للهيدروكاربونات المشعة على الاحياء البحرية الصغيرة بما تسببه لها من تحطيم خلوي (Cell damage) ثم

الموت وخاصة في الادوار الاولى من حياتها. وتؤثر الهيدروكاربونات الاروماتية احادية.

المعالجة والحد من تلوث المياه:

1. التقليل من كميات مياه الفضلات المناسبة إلى المسطحات المائية.
2. عدم إلقاء المياه الملوثة في الانهار قبل تنقيتها وتعقيمها.
3. ضرورة انشاء شبكات مياه المجاري الثقيلة في المناطق السكنية لكي تحول دون تسرب المياه الملوثة بالبكتيريا والطفيليات والسموم الكيمياوية والفسفور والفضلات الاخرى إلى المياه الجاري.
4. إعادة استخدام المياه المستغلة في الصناعة مرة أخرى بعد معاملتها ومعالجتها بالطرق الحديثة.
5. ضرورة الحفاظ على التربة من الانجراف المائي، اذ ان ازدياد كمية الرواسب في النهر يزيد من نسبة الاملاح في المياه النهرية فضلاً عن ما تسببه من كدرة.
6. إنشاء محطات مركزية لتنقية مياه المجاري مزودة بمختبرات تعمل على فحص المياه الخارجة من المحطة قبل إرجاعها إلى المسطحات المائية.
7. ضرورة عمل دورة داخلية للمياه الصناعية قبل وصولها إلى الانهار أو البحيرات، ثم إتلاف المياه الملوثة جداً من خلال حقنها إلى اعماق سحيقة داخل التربة.
8. منع إلقاء المياه الملوثة في البحيرات الراكدة والانهار والخزانات المائية.
9. تجنب إلقاء مياه مبازل الاراضي الزراعية نحو الانهار، أو معاملة مياه المبازل للتخلص من املاح الفوسفات والنترات.
10. العمل على زيادة الوعي البيئي لدى المواطنين وبكافة السبل والوسائل المتاحة وإصدار التعليمات والتشريعات الرادعة للحد من التلوث البيئي.

تلوث التربة Soil Pollution

التربة Soil

التربة Soil هي الجزء المتفتت من القشرة الأرضية والمتكون من جزء معدني (غرين silt وطين clay ورمل sand) وجزء عضوي (الكائنات الحية وبقاياها) وماء وهواء بنسب مختلفة. الترب وهي عشرات الآلاف من السلاسل تتكون نتيجة لعوامل عديدة منها تأثير المناخ والطبوغرافية ونوع الحياء والمادة العضوية والمادة إلام المكونة للتربة والزمن. كل نوع من

أنواع الترب يمتاز بخواص فيزيائية وكيميائية وحيوية مختلفة والتربة الجيدة (الخصبة) هي التي تمتاز بخواص فيزيائية وكيميائية وحيوية جيدة تساعد على قيام إنتاج نباتي جيد تحت الظروف المناخية السائدة.

إن التربة الجيدة والتي تعتبر وسط مناسب لنمو النبات لابد إن تخزن وتجهز الماء والمواد لغذائية وتكون خالية من التراكيز العالية للعوامل السامة. إن نظام التربة (التربة والماء والنبات) يكون أكثر تعقيدا لان جذور النباتات يجب إن تتنفس باستمرار وان اغلب نباتات الكرة الأرضية

لا تسطيع نقل الأوكسجين من اجزائها الهوائية إلى جذورها بصورة كافية لسد حاجة تنفس الجذور. وبهذا يجب إن تكون التربة قادرة تبادل الغازات بينها وبين الجو إي وجود مسامات تسمح بحركة الهواء والماء. لان التربة المشبعة بالماء تؤدي إلى اختناق الجذور كما هو الحال في الترب المتغدقة وان الترب الجافة جدا تكون عرضة للتشقق والتفتيت وبالتالي تكون عرضة للتعرية الريحية.

تعتبر التربة ذات خصوبة كيميائية إذا احتوت على كميات كافية وجاهزة

من المواد المطلوبة لتغذية النبات. والتي لا تكون عالية الحموضة (منخفضة PH) أو عالية القاعدية (عاليةPH) وخالية من المواد السامة. إن ملائمة التربة التامة كوسط لنمو النبات لا تعتمد فقط على وجود كميات من العناصر الكيميائية (الغذائية) وعلى غياب السمية. ولكن أيضا على حالة حركة الماء والهواء فيها وعلى التأثيرات الميكانيكية للتربة ونظامها الحراري. إي يجب إن تكون التربة رخو وناعمة نسبيا وهشة لكي تسمح بالا نبات وتطور الجذور دون إعاقة ميكانيكية. يجب إن تكون مسامات التربة ذات حجم وتوزيع حجمي بدرجة تسمح بدخول وحركة الماء والهواء وذلك لسد احتياجات النباتات. يجب إن تكون طبقة سطح التربة عميق وغير مزال أو مفقود نتيجة لفعل التعرية المائية والريحية ويجب إن يبقى النظام الحراري للمنطقة الجذرية ضمن المدى المثالي لنمو النبات. وهذا يعني لابد من وجود خواص فيزيائية جيدة (خصوبة فيزيائية) للتربة بالإضافة لخواصها الكيميائية الجيدة (الخصوبة الكيميائية).

تتكون التربة كما بينا اعلاه من اربعة عناصر رئيسية وهي الماء والهواء والمواد المعدنية والمواد العضوية والتي تكون مرتبة بنظام فيزيائي وكيميائي معقد وبشكل يجعل من التربة قاعدة اساسية صلبة لتثبيت النباتات فضلاً عن تزويدها بما تحتاجه من الماء والعناصر الغذائية الضرورية. تحصل النباتات على العناصر الأساسية لنموها من التربة عن طريق الجذور التي تعمل على امتصاص العناصر الاساسية المغذية من جزيئات التربة.

كما تعتبر التربة موطناً للعديد من الاحياء المجهرية المختلفة كالبكتيريا والفطريات والطحالب وكذلك بعض الحيوانات كالديدان مثل دودة الارض والحشرات وغيرها.

لذا تعد التربة عنصراً مهماً للحياة اذا ما أخذنا بنظر الاعتبار احتضانها جذور النباتات وبالتالي توفر بداية السلسلة الغذائية التي تتمثل بالمنتجات Producers.

لذا فإن الحفاظ على التربة سليمة ونظيفة وخالية من التلوث هي اساساً حفاضاً على حياة الكائنات الحية التي تعيش عليها.

مصادر تلوث التربة :

أن من أهم ملوثات التربة هي ما يأتي:

اولاً: الكيمياويات الزراعية :

وتشمل مجموعتين رئيستين هما:

1. الاسمدة الكيمياوية.
2. المبيدات.

أن الاستخدام الخاطئ وبكميات كبيرة للاسمدة الكيمياوية قد أثر سلباً في خصوبة التربة. فقد وجد ان معظم الاسمدة النتروجينية على سبيل المثال لها تأثير في زيادة حموضة التربة، في حين ان الاسمدة الفسفورية والبوتاسيوم لا تترك اثراً على حموضة التربة وقاعديتها. وان الافراط في استخدام هذه الاسمدة يؤدي إلى الاخلال بالتوازن الطبيعي لاحياء التربة المختلفة فقد يؤدي إلى موت جذور النباتات أو موت الحيوانات كالحشرات.

اما عن المبيدات فقد اشارت الاحصائيات الصادرة عن منظمة الاغذية والزراعة الدولية FAO إلى وجود اكثر من (1000) مادة كيميائية تستعمل لأبادة

الافات الزراعية والتي تشمل مبيدات فطرية وحشرية ومبيدات ادغال وغيرها. وتمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في جزئيات التربة مما قد يؤدي إلى موت أو انقراض عدد كبير من الاحياء كالطيور وحيوانات اخرى، فضلاً عن تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات الحية. فعلى سبيل المثال عند استخدام الـDDT احد المبيدات واسعة الانتشار فإن بعضاً منها يسقط على سطح التربة ويجري امتصاصه من قبل ديدان الارض التي تركزها في جسمها. وعند استهلاك عصافير الشحرور المهاجرة لديدان الارض الحاوية على هذه السموم في اجسامها مما يؤدي إلى إبادة اعداد كبيرة منها نتيجة تسممها بالمبيد DDT الذي يؤثر في جهازها العصبي ويسبب لها الشلل. لذا تكمن الخطورة بالمبيدات من خلال بقاءها في البيئة مدة قد تتجاوز عدة سنوات.

مثال على التاثير التراكمي للتلوث بالمبيدات (DDT) في البيئات المائية واثاره على الكائنات الحية.

photoplankton 0.025pmm ⇨ **Zooplankton 0.123 ppm** ⇨ **Small fish 1.04 ppm** ⇨ **Predatoryfish 4.83 ppm** ⇨ **Fish eating bird 124 ppm**

وثم تصل الانسان بتركيز اعلى

ثانياً: الفضلات المنزلية والصناعية:

من خلال انشطة الإنسان المختلفة بما يشمل ذلك من المجمعات السكنية والصناعية والتجارية يلاحظ ان التربة تصلها فضلات متنوعة اغلبها مواد قابلة على التحلل والتفسخ وهناك فضلات صناعية خطرة بيولوجيا أو كيمياوياً أو اشعاعياً يتوجب التخلص منها بأسلوب سليم بيئياً. وعند تراكم مثل هذه

الفضلات تسبب اضراراً صحية متنوعة حيث تكون مرتعاً للحشرات بخاصة تلك التي تنقل الامراض للإنسان والاحياء الاخرى.

وقد نشطت الدراسات البيئية حديثاً في مجال تدوير المخلفات Waste recycling واعادة استخدامها وتضم هذه المخلفات الفضلات الصلبة أو السائلة.

تتكون الفضلات الصلبة من خليط من عدة مواد مصدرها المنتجات الزراعية أو مخلفات صناعة الورق أو الزجاج أو البلاستيك أو المعادن وغيرها.

تشمل الفضلات الصلبة حسب مصدرها ما يأتي:

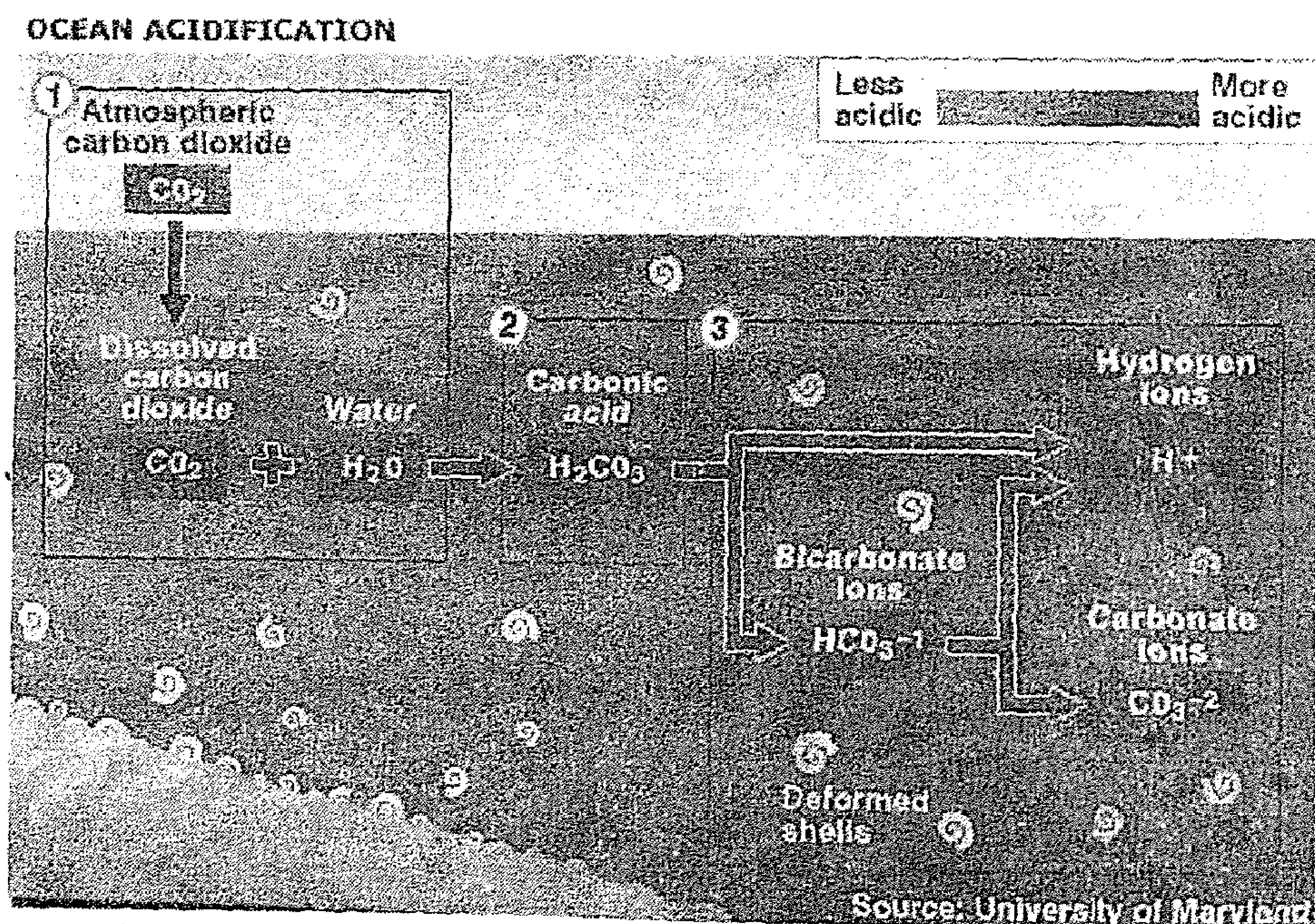
1. القمامة المنزلية Garbge.
2. النفايات المختلفة Rubbish
3. فضلات الشارع Street refuse
4. المعادن Metals
5. فضلات العمليات الانشائية Demolition wastes
6. فضلات الصناعات الغذائية Food industry wastes
7. فضلات المصانع Factory wastes

ويتم التخلص من الفضلات الصلبة بعدة طرب منها:

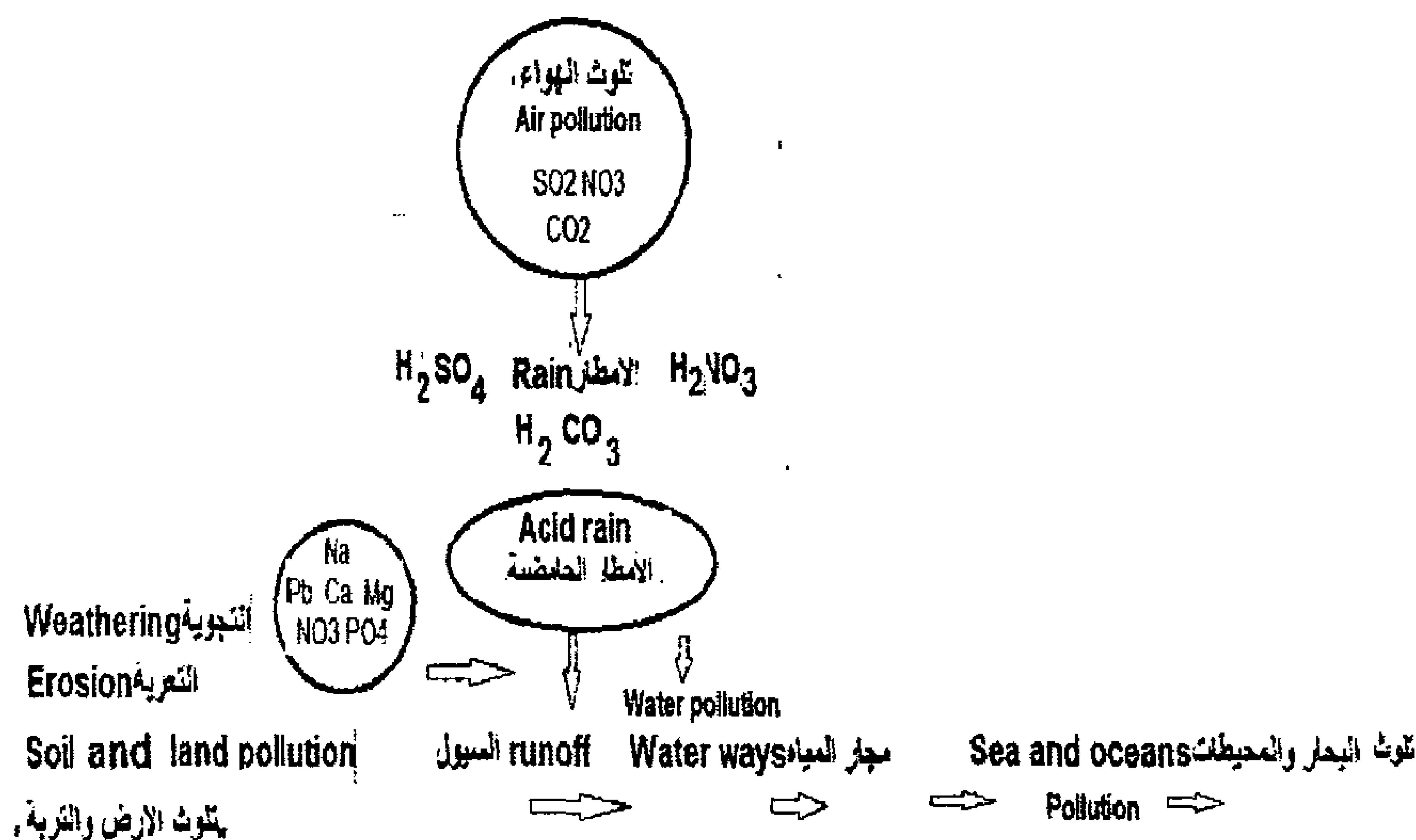
1. الطمر الارضي Ground Filling
2. الحرق Incineration
3. إعادة الاستخدام أو التدوير Recycling
4. الطمر البحري Sea Filling
5. الانحلال الحراري Pyrolysis
6. التحويل إلى اسمدة عضوية.

ثالثاً: الامطار الحامضية Acid rains

ان تصاعد غـازات الاكاسـيد المختلفـة إلى الجـو مثـل أكاسـيد الكـاربون واكاسيد النتروجين واكاسيد الكبريت يؤدي إلى تفاعلها مع جزيئـات بخـار المـاء وبالتالي تتكون الامطار الحامضية وتتسـاقط علـى شـكل حـامض الكاربونيـك وحامض النتريك وحامض الكبريتيك. وتؤدي هذه الامطار إلى احداث تغـير في طبقة التربة الزراعية وتذيب عدد من العناصر والمركبات الـتي تسـري إلى جـوف التربة. وقد تظهر نتيجة لذلك في المياه الجوفية التي قد تستخدم في الشرب أو ري المزروعات. تعمل الامطار الحامضية على زيادة حامضية التربة (pH) مما يؤثر في حياة أحياء التربة ويلحـق الضـرر في خصـوبة التربـة ويـؤدي إلى مـوت جـذور النباتات.



شكل (51) زيادة حموضة المحيطات بتاثير زيادة ثاني اوكسيد الكاربون في الجو.



شكل (52) الامطار الحامضية و ارتباط تاثير تلوث الهواء والماء والتربة.

رابعاً: المعادن الثقيلة Heavy Metals

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن (5 غم/ سم^3)، وما يقل عن ذلك تدعى بالمعادن الخفيفة Light metals. فضلاً عن وجود بعض المعادن النادرة Trace النزرة التي تتواجد في القشرة الارضية بتراكيز قليلة تساوي أو تقل عن (0.1٪)، تؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الاحياء وفعاليتها البايولوجية المختلفة.

ولكن تكون هذه المعادن سامة وخطرة في تراكيز معينة رغم كونها ضرورية للحياة في تراكيز واطئة جداً قد لا تتجاوز تراكيز قسماً منها عن (0.05)ملغم/ لتر ومما يزيد من خطورة المعادن الثقيلة في البيئة هو عدم إمكانية تفسخها بواسطة البكتيريا والعمليات الطبيعية الاخرى. ولعل اخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها على التراكم الحيوي Bioaccumulation في أنسجة واعضاء الكائنات الحية سواء في الحيوانات أو النباتات. تقذف الصناعات

المختلفة اعداداً من المعادن الثقيلة وبكميات مختلفة بهيئة نفايات غازية وسائلة وصلبة ولكنها في النهاية تستقر في بيئة اليابسة وتجد طريقها بسرعة البيئات المائية.

كما أن لبعض المعادن الثقيلة خواص اشعاعية اي انها تكون بمثابة نظائر مشعة، لذا فإن هذه المعادن ستحمل مخاطر مزدوجة من حيث كونها سامة ومشعة في نفس الوقت. كما هو الحال في الزنك 65 المشع، واليورانيوم 235.

لقد اصبحت دراسة العناصر المشعة في البيئة علماً قائماً بذاته يدعى علم البيئة الاشعاعي Radiation Ecology.

يمكن توضيح خطورة وأهمية المعادن الثقيلة في تلوث البيئة خلال دراسة بعض هذه المعادن بخاصة تلك التي كانت وراء العديد من الكوارث التي حلّت في البيئة، وكما يأتي:

1. الزئبق: Mercury

يعد هذا المعدن من المعادن التي تعامل معها الإنسان منذ فجر التاريخ. ويعد هذا المعدن السائل الوحيد وله درجة انصهار (-30°م) ودرجة غليانه (357°م). وله قابلية تطاير أعلى من جميع المعادن الاخرى، كما أنه من احسن الموصلات الكهربائية.

أن لمعدن الزئبق القدرة على اذابة معادن أخرى. كما ان هذا المعدن وجميع مركباته يعد ساماً للأحياء. علماً بأن للمعدن استعمالات عديدة. اذ يقدر مجموع استعمالاته بحوالي (3000) استعمال. اذ يستعمل في صناعة الورق والصناعات الكهربائية مثل إنتاج المصابيح والبطاريات، وصناعة طبية مثل العقاقير وفي طب

الاسنان وفي المحارير والبارومترات ولإنتاج مبيدات الفطريات. وتتلوث البيئة بملوثات الزئبق خلال هذه الطرق.

2. الكادميوم Cadmium

يوجد الكادميوم في الطبيعة بكميات قليلة. وأن الاستعمال الرئيس للكادميوم يشمل الصناعات الخاصة بالبطاريات والصناعات الكهربائية وطلي سطوح الانابيب المستعملة في نقل المياه. كما ان صناعة البلاستيك تستخدم كميات كبيرة من هذا المعدن. وتحتوي الاسمدة الكيمياوية الفوسفاتية على كمية الشوائب واحدها هو الكادميوم وبذلك يسبب إستعمالها إلى تلويث التربة به.

تتلوث بيئة اليابسة بالكادميوم بطريقتين اولاهما تساقط غبار جسيمات الكادميوم المنقول بواسطة الرياح من منطقة إلى أخرى. وثانيهما الترسب الذي يحدث من التربة وخلالها إلى المياه بعد استعمال الاسمدة الفوسفاتية الحاوية على الكادميوم بوصفه احدى الشوائب.

يمتص الكادميوم من جذور النباتات من التربة. ومن الحيوانات يتركز هذا المعدن من خلال انتقاله في السلسلة الغذائية اذ يتركز في الانسجة الدهنية وفي العضلات.

ان المعروف عن الكادميوم قدرته على البقاء في داخل الجسم الملوث مدة طويلة تقدر بعشرات السنين. لهذا استأثر هذا المعدن باهتمام الكثير من الجهات الصحية والبيئية في العالم.

3. الرصاص Lead

يعتبر الرصاص من العناصر ذات الوجود الطبيعي في القشرة الارضية،

ويبلغ معدل تركيزه حوالي (16) ملغم/كغم تربة. ويوجد في الطبيعة على شكل خامات معدنية وهي كبريتيد الرصاص pbs وكبريتات الرصاص. ويعد الرصاص واحداً من اهم المعادن الثقيلة لاعتبارين، اولهما استعمالاته الكثيرة، وثانيهما شدة سميته، كما انه يعد من أقدم المعادن التي اكتشفها الإنسان واستخرجها من باطن الارض. ولقد استعمل الرصاص في اوروبا خلال القرون الوسطى في صناعة أواني الطهي وتقديم الطعام والشراب، مما أدى إلى ارتفاع نسب التسمم في كثير من مناطق اوروبا. يستعمل الرصاص في العديد من الصناعات كالأصباغ والبطاريات وحروف المطابع والاطلاقات النارية واسلاك لحام المعادن وكما انه يستعمل في تغليف انواع من الاسلاك الكهربائية ولكن المصدر الرئيسي لتلوث البيئة بالرصاص هو وسائط النقل ومن خلال احتراق الوقود (البنزين) الذي يضاف اليه كمية من مركب رابع اثيل الرصاص من أجز زيادة كفاءة الوقود وتحسين اشتعاله. يصل الرصاص إلى جسم الإنسان عن طريق الغذاء والماء وعن طريق الهواء كذلك. وان امتصاصه من خلال الجهاز التنفسي اعلى من عملية الامتصاص عن طريق القناة الهضمية. ويصل الرصاص إلى الدم عن طريق الجهاز التنفسي والقناة الهضمية، وفي الدم يتم امتصاص (97٪) منه من قبل كريات الدم الحمراء وتصل مدة بقاءه فيها اربعة اسابيع، كما ان قسماً من الرصاص الموجود في الجسم يتوزع بين الكبد والكليتين ومن ثم يتم طرحه من خلال الادرار أو ترسيبه في العظام. ويؤدي تعرض الامهات الحوامل للتلوث بالرصاص إلى احداث تشوهات خلقية في الاجنة.

وقد وجد ان نسبة الرصاص المترسب في أسنان الاطفال القاطنين في مدينة بغداد أعلى من نسبته في أسنان اقرانهم في القرى والمناطق البعيدة عن بغداد، إذ ان الرصاص المتكون من حرق وقود السيارات في مدينة بغداد له الاثر في هذا الاختلاف.

4. معادن ثقيلة اخرى.

ان هناك عدد آخر من المعادن الثقيلة مثل النحاس Copper والزنك والخارصين Zinc والحديد والتي تعد من العناصر الغذائية الضرورية للكائنات الحية في تراكيز معينة وعند زيادة تراكيز هذه المعادن سوف تسبب اضراراً صحية مختلفة.

ومن الامثلة الاخرى للمعادن الثقيلة هو الكوبلت والذي يعد ساماً عند وجوده بتراكيز عالية جداً. فضلاً عن معادن القصدير والنيكل والزرنيخ والتي هي الاخرى تعد سامة في تراكيز معينة وتؤثر سلباً في نمو الاحياء خلال تثبيط الافعال الحيوية المختلفة.

السيطرة البايولوجية على التلوث الترشيح البيولوجي هو أسلوب للسيطرة على التلوث وذلك باستخدام المواد الحية التي تقوم بعملية التقاط الملوثات وتحليلها بيولوجيًا بشكل تدريجي. وتتضمن الاستخدامات الشائعة معالجة مياه الصرف، والتقاط المواد الكيميائية الضارة أو الطمي من جريان المياه السطحية، وأكسدة الأحياء الدقيقة للملوثات في الهواء. من أمثلة الترشيح البيولوجي:

1. ممرات بيولوجية (Bioswale)، وأشرطة بيولوجية (Biostrip)، وأكياس بيولوجي (Biobags)، وأجهزة غسل بيولوجية (Bioscrubbers)، ومرشحات تقطير (Trickling filters).
2. معالجة الأراضي الرطبة والمناطق الرطبة الطبيعية
3. المرشحات الرملية البطيئة
4. برك المعالجة

5. الأحزمة الخضراء

6. جدران الحياة

7. المناطق الضفافية (Riparian zones)، الغابات الضفافية (Riparian forest)، الغابات (Bosques)

عند استعمال المرشحات البيولوجية في ترشيح الهواء وتنقيته، فإنها تستخدم الميكروبات في إزالة تلوث الهواء. يتدفق الهواء من خلال عمود معبأ وينتقل الملوث إلى بيوفيلم رقيق على سطح المادة المعبأة. تتجمد الميكروبات والتي تشمل البكتريا والفطريات في البيوفيلم وتقوم بتحليل الملوث تدريجيًا. تعتمد مرشحات تقطير وأجهزة الغسل البيولوجية على البيوفيلم والعمل البكتيري في المياه المعاد تدويرها.

وقد توصلت التكنولوجيا إلى أعظم تطبيق في معالجة المركبات الكريهة الرائحة والمركبات العضوية المتطايرة (VOCs) التي تذوب في الماء. تضم الصناعات التي تستخدم هذه التكنولوجيا صناعة المواد الغذائية والمنتجات الحيوانية، ومنشآت معالجة استخراج الغاز من مياه الصرف، وصناعة الدواء، وصناعة المنتجات الخشبية، والطلاء واستخدام الطلاء وتصنيعه، وتصنيع الراتينج واستخدامه وغيرها من الصناعات. وعادة ما تمزج المركبات المعالجة بين المركبات العضوية المتطايرة ومركبات الكبريت المختلفة والتي تشمل كبريتيد الهيدروجين .يمكن معالجة مقدار كبير جدًا من الهواء المتدفق على الرغم من ضرورة وجود مساحة واسعة يمكن أن يشغل مرشح بيولوجي كبير (200000< قدم مكعب في الدقيقة) مساحة من الأرض قد تصل إلى مساحة ملعب كرة قدم أو أكبر- وقد كان ذلك أحد أبرز سلبيات هذه التكنولوجيا. وقد

وفرت المرشحات البيولوجية الهندسية، التي تم تصميمها وبناؤها منذ أوائل تسعينيات القرن العشرين، اختزالات كبيرة في المساحة بشكل أكبر من النوع التقليدي لوسيط الترشيح العضوي المزود بعمود مسطح.

نظام تدوير الهواء في مصنع سماد مخلفات صلبة. وفي الأمام يوجد أنبوب كبير لتفريغ الهواء داخل المرشح البيولوجي الموضح في الصورة التالية

كومة من المخلفات الصلبة الناتجة عن مرشح بيولوجي في مصنع سماد- مع ملاحظة وجود رشاش أمامي بجانبه للحفاظ على مستوى رطوبة مناسب للتشغيل الأمثل أحد التحديات الرئيسية التي تواجه عملية الترشيح البيولوجي الأمثل هو الحفاظ على نسبة رطوبة مناسبة أثناء عمل النظام بالكامل. عادة ما يتم ترطيب الهواء قبل إدخاله إلى العمود باستخدام نظام ري (رش) أو حجرة ترطيب أو مرشحات تقطير بيولوجية أو أجهزة غسل بيولوجية. وقد تدوم وسائط الترشيح الطبيعية العضوية المعبأة التي يتم الحفاظ عليها بشكل مناسب مثل الخث أو السماد النباتي أو اللحاء أو رقائق الخشب لعدة سنوات ولكن من الناحية الهندسية تدوم المواد المعبأة الناتجة عن الجمع بين المركبات الطبيعية العضوية والاصطناعية لمدة أطول قد تصل إلى 10 سنوات. وهناك عدد من الشركات التي تقدم هذه الأنواع أو المواد المعبأة الخاصة مع ضمانها لعدة سنوات، ولا يتم تقديمها غالبًا باستخدام سماد تقليدي أو جهاز ترشيح بيولوجي عمودي لرقائق الخشب.

وعلى الرغم من استخدامها على نطاق واسع، لا تزال الأوساط العلمية غير متأكدة من الظاهرة المادية التي تقوم عليها عملية الترشيح البيولوجي، ولا تزال المعلومات الخاصة بالميكروبات المعنية مستمرة في تطورها. يعد المرشح

البيولوجي/ نظام الأكسدة البيولوجية جهازًا بسيطًا نسبيًا من حيث تركيبه وتشغيله وهو يقدم حلاً فعالاً من حيث التكلفة إذا كان الملوث قابلاً للتحلل بيولوجيًا في إطار زمني متوسط (زيادة فترة البقاء = زيادة الحجم وتكاليف رأس المال)، عند تركيزات مناسبة (ومعدلات تحميل رطل/ ساعة) وبأن يكون تيار الهواء في درجة الحرارة التي تعيش فيها الكائنات الحية. وقد يكون المرشح البيولوجي الحل الوحيد الفعال من حيث التكلفة في حالة الكميات الكبيرة من الهواء. لا يوجد تلوث ثانوي (بعكس حالة ترميد النفايات حيث يتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون وأكسيد نيتروجين إضافيين من الوقود المحترق) ويؤدي تحلل المنتجات إلى تشكيل كتلة حيوية إضافية وأكسيد كربون ومياه. تحتوي مياه السري الخاصة بمادة الترشيح، بالرغم من أن بعض الأنظمة تقوم بإعادة تدوير جزء منها لتقليل تكاليف التشغيل، على طلب على الأكسجين البيوكيميائي (BOD) عالٍ نسبيًا وقد تحتاج إلى معالجة قبل التخلص منها. وعلى الرغم من ذلك، فقد لاقت عملية "تفوير المياه"، وهي عملية ضرورية للحفاظ بشكل مناسب على أي نظام أكسدة بيولوجية، بشكل عام قبولاً من مصانع المعالجة الحكومية (POTW) دون الحاجة إلى أي عمليات معالجة أولية.

تستخدم المرشحات البيولوجية في شلالات كولومبيا، مونتانا في مصنع شركة بلم كريك تيمبر (Plum Creek Timber Company) للألواح الليفية. وتقلل المرشحات البيولوجية من الملوثات المنبعثة من عملية التصنيع ويصبح العادم المنبعث نظيفًا بنسبة 98٪. وقد تكلفت إضافة أحدث وأكبر مرشح بيولوجي لشركة بلم جريك مبلغ 9.5 ملايين دولار، ولكن على الرغم من التكلفة الباهظة لهذه التكنولوجيا الحديثة، فعلى المدى البعيد ستكون هذه التكلفة أقل بمرور الوقت من أجهزة ترميد النفايات البديلة التي تنظف العوادم والتي

تعمل بالغاز الطبيعي (والتي لا تعتبر صديقة للبيئة). تستخدم المرشحات البيولوجية مليارات البكتريا الجهرية التي تنظف الهواء المنبعث من المصانع.

معالجة المياه

- نظام نموذجي متكامل لمرشح تقطير معالجة مياه الصرف .
- مخطط مقطع عرضي للجهة المتصلة بمادة الترشيح العمودية في مرشح تقطير.

وقد استخدمت مرشحات التقطير في ترشيح المياه للاستخدامات النهائية المختلفة لما يقرب من قرنين من الزمان. وكانت المعالجة البيولوجية تستخدم في أوروبا لترشيح المياه السطحية لأغراض الشرب منذ بداية القرن العشرين وتحظى حاليًا باهتمام كبير حول العالم. وقد شاعت طرق المعالجة البيولوجية أيضًا في معالجة مياه الصرف والزراعة المائية وإعادة تدوير المياه الرمادية كطريقة لتقليل استبدال المياه مع زيادة جودة المياه.

فيما يتعلق [بماء الشرب، فإن المعالجة البيولوجية للمياه تشمل استخدام الميكروبات الطبيعية الموجودة في المياه السطحية لتحسين جودة المياه. في ظل الظروف المثلى، التي تشمل الانخفاض النسبي للعكارة وزيادة محتوى الأكسجين، تحلل الكائنات الحية المادة في المياه ومن ثم تتحسن جودة المياه. تستخدم المرشحات الرملية البطيئة أو مرشحات الكربون في توفير مكان تنمو عليه هذه الميكروبات. تقلل أنظمة المعالجة البيولوجية بشكل فعال من الأمراض التي تنقلها المياه، والكربون العضوي المذاب، وتعكر لون المياه السطحية، وتحسين جودة المياه بشكل عام.

الاستخدام في الزراعة المائية

تستخدم المرشحات البيولوجية بشكل عام في أنظمة الزراعة المائية المغلقة، مثل أنظمة الزراعة المائية المعاد تدويرها. (RAS) وتستخدم العديد من التصاميم، بمزاياها وعيوبها المختلفة، على الرغم من أن الوظيفة واحدة وهي: تقليل استبدال المياه من خلال تحويل الأمونياك إلى نيترات. ينشأ الأمونياك (كاتيون الأمونيوم الرباعي الموجب وكاتيون الأمونيوم الثلاثي) منالإخراج العضدي من خياشيم الحيوانات المائية ومن خلال تحلل المواد العضوية. ونظرًا لأن نيتروجين الأمونيا (ammonia-N) مادة عالية السمية، فهي تتحول إلى شكل من النتريت الأقل سمية (عن طريق بكتيريا النيتروزوموناس (Nitrosomonas) ثم تتحول إلى شكل من النيترات الأقل سمية (عن طريق بكتيريا النيتروباكتر. (Nitrobacter) تحتاج عملية ٰالنترتة" تلك إلى الأكسجين (ظروف هوائية)، وبدونه قد يتحطم المرشح البيولوجي. وعلاوة على ذلك، فكما أن دورة النترتة تنتج أيون+H، يمكن تقليل الأس الهيدروجيني الذي يتطلب استخدام منظمات مثل الجير.

المصادر

- Joseph S. Devinny, Marc A. Deshusses and Todd S. Webster (1999). Biofiltration for Air Pollution Control. Lewis Publishers.ISBN 1-56670-289-5.
- Lynch, Keriann (2008-10-26). "'Bug farm' a breath of fresh air". Spokesman Review.
- Beychok, Milton R. (1967). Aqueous Wastes from Petroleum and Petrochemical Plants (1st Edition ed.). John Wiley & Sons Ltd. Library of LCCN 67019834.
- Ackefors, H. and Enell, M. 1992. Pollution loads derived from aquaculture: land-based and water-based systems. In: *Workshop on Fish Farm Effluents and their Control in EC Countries.* Published by the Department of Fishery Biology, Institute for Marine Science at the Christian-Albrechts-University of Kiel, Germany, pp. 3-4.
- Andreoli, C.V. 1993. The influence of agriculture on water quality. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities.* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome pp. 53-65.
- Appelgren, B.G. 1994. *Agricultural and Environmental Legislation - Lithuania*, Technical Report. FAO-LEG: TCP/LIT/2352, Technical Cooperation Programme, FAO, Rome.
- Avcievala, S. 1991. *The nature of water pollution in developing countries.* Natural Resources Series No. 26. UNDTCD, United Nations, New York.

- Barg, U.C. 1992. *Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development.* FAO Fisheries Technical Paper 328. FAO, Rome.
- Calamari, D. and Barg, U. 1993. Hazard assessment of agricultural chemicals by simple simulation models. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities.* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 207-222.
- Calamari, D. and Naeve, H. 1994. *Review of Pollution in the African Aquatic Environment.* Committee for Inland Fisheries of Africa (CIFA) Technical Paper No. 25. FAO, Rome.
- Chapman, D. 1992. *Water Quality Assessments.* Chapman and Hall, London.
- Chaves, H.M.L. 1991. Análise global de sensibilidade dos parâmetros da equaçao universal de perda de solo modificada (MUSLE). *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 15:345-350.
- Crowe, A.S. and Mutch, J.P. 1994. An expert systems approach for assessing the potential for pesticide contamination of ground water. *Ground Water* 32: 487-498.
- Crowe, A.S. and Booty, W.G. 1995. A multi-level assessment methodology for determining the potential for groundwater contamination by pesticides. *Environ. Monit. Assess.* 35: 239-261.
- Danish Environmental Protection Agency. 1993. *Oversigt over revurderingen 1988, 1989, 1990, 1991 og 1992.* [Summary of the reassessment of already approved pesticides in 1988, 1989, 1990, 1991 and 1992 based on stricter standards] , as reported by WWF1992.

- ECE. 1992. *Protection of Inland Waters Against Eutrophication.* United Nations Economic Commission for Europe, Paper # ECE/ENVWA/26, Geneva.
- Economopoulos, A.P. 1993. *Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution: A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies.* (2 Vols.). Environmental Technology Series, WHO/PEP/GETNET/93.1-A. World Health Organization, Geneva.
- EEG. 1994. *European River and Lakes: Assessment of their environmental state.* European Environment Agency, Monograph #1, Copenhagen, Denmark.
- ESCAP. 1994. Expert Group Meeting on Water Resources, Water Quality and Aquatic Ecosystems. Bangkok, 17-21 Oct. 1994.
- FAO. 1994a.. *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES).* R. Roose. Bulletin Pédologique de la FAO No. 70. FAO, Rome.
- FAO. 1994b. *Agricultural and Environmental Legislation - Lithuania,* Technical Report. B.G. Appelgren. FAO-LEG: TCP/LIT/2352, Technical Cooperation Programme, FAO, Rome.
- FAO. 1994c. Water Policies and Agriculture, Special Chapter of *The State of Food and Agriculture 1993.* FAO, Rome.
- FAO. 1993a. An overview of pollution of water by agriculture. J.A. Sagardoy. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities*, Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 19-26.

- FAO. 1993b. *Field Measurement of Soil Erosion and Runoff.* N.W. Hudson. FAO Soils Bulletin No. 68. FAO, Rome.
- FAO. 1991. *Network on Erosion-Induced Loss in Soil Productivity.* Report of a Workshop, Bogor, Indonesia, March 1991. Land and Water Development Division, FAO, Rome.
- FAO. 1990a. *Water and Sustainable Agricultural Development: A strategy for the implementation of the Mar del Plata Action Plan for the 1990s.* FAO, Rome.
- FAO, 1990b. *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides.* FAO, Rome.
- FAO/ECE. 1991. *Legislation and Measures for the Solving of Environmental Problems Resulting from Agricultural Practices (With Particular Reference to Soil, Air and Water) , Their Economic Consequences and Impact on Agrarian Structures and Farm Rationalization.* United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) and FAO, Agri/Agrarian Structures and Farm Rationalization Report No. 7. United Nations, Geneva.
- Gilliom, R.J. 1984. Pesticides in rivers of the United States. *National Water Summary, 1984.* United States Geological Survey Water Supply Paper 2275. Washington DC. pp. 85-92.
- Hudson, N.W. 1993. *Field measurement of soil erosion and runoff.* FAO Soils Bulletin No. 68. FAO, Rome.
- ICWE. 1992. *The Dublin Statement and Report of the Conference,* International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century, Dublin, Ireland.

- Ignazi, J.C. 1993. Improving nitrogen management in irrigated, intensely cultivated areas: the approach in France. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities*. Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp 247-261.
- Joly, C. 1993. Plant nutrient management and the environment, In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities*. Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 223-245.
- Jonsson, E. , Emmerman, A, and Norberg, H. 1990. *Problemområ den I yttremiljön vid kemisk bekämpning - förslag till åtärdr*. Rapport utarbedet av lantbruklsstyrelsens arbetsgrupp "Yttre miljö - kantzoner". Lantbruksstyrelsens rapport 1991: 2 Jönköping, Sverige. (As reported in WWF, 1992).
- Kamrin, M. 1995. Environmental Hormones. Discussion paper taken from EXTOXNET of the Internet. Access on WWW through: http://www.oes.orst.edu:70/1/ext, choose EXTOXNET.
- Keddy, C, Greene, J.C. and Bonnell, M.A. 1994. *A Review of Whole Organism Bioassays for Assessing the Quality of Soil, Freshwater Sediment, and Freshwater in Canada*. Scientific Series No. 198. Ecosystem Conservation Directorate, Environment Canada, Ottawa.
- Kristensen, P. , and Hansen, H.O. (eds.). 1994. *European Rivers and Lakes: Assessment of their Environmental State*. Prepared by the Danish Ministry of Environment and Energy for the European Environment Agency, EEG Environmental Monographs 1, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

- Lampman, W. 1995. Susceptibility of groundwater to pesticide and nitrate contamination in predisposed areas of southwestern Ontario. *Water Qual. Res. Jour. Canada* 30: 443-468.
- Mackay, D. and Paterson, S. 1991. Evaluating the multimedia fate of organic chemicals: a Level III fugacity model. *Environ. Sci. Techn.* 25: 427-436.
- Metcalfe-Smith, J.L. 1994. Biological water-quality assessment of rivers: use of macroinvertebrate communities. In: *The Rivers Handbook (Vol. 2)*. P. Calow and G.E. Petts (eds.). Blackwell Scientific Publications, London, pp. 144-170.
- Milliman, J.D. and Syvitski. 1992. Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountain rivers. *J. Geology* 100: 525-544.
- Munkittrick. K.R. , Servos, M.R. , Parrott, J.L. , Martin, V. , Carey, J.H. , Flett, P.A. and Van Der Kraak, G.J. 1994. Identification of lampricide formulations as a potent inducer of MFO activity in fish. *J. Great Lakes Research* 20: 355-365.
- Novotny, V. and H. Olem, 1994. *Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution.* Van Nostrand Reinhold, New York.
- OMAF, 1991. *Grower Pesticide Safety Course.* Ontario Ministry of Agriculture and Food, Toronto, Ontario, Canada.
- Ongley, E.D. 1994. Global water pollution: challenges and opportunities. *Proceedings: Integrated Measures to Overcome Barriers to Minimizing Harmful Fluxes from Land to Water.* Publication No. 3, Stockholm Water Symposium, 10-14 Aug. 1993. , Stockholm, Sweden, pp. 23-30.

- Ongley, E.D. , Krishnappan, B.G. , Droppo, I.G. , Rao, S.S. and Maguire, R.J. 1992. Cohesive sediment transport: emerging issues for toxic chemical management.*Hydrobiologia* 235/236: 177-187.
- Quirós, R. 1993. Inland fisheries under constraints by other uses of land and water resources in Argentina. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities,* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome, pp. 29-44.
- Reynoldson, T.B. and Metcalfe-Smith, J.L. 1992. An overview of the assessment of aquatic 'ecosystem health using benthic invertebrates. *J. Aquatic Ecosystem Health*1: 295-308.
- Reynoldson, T.B. , Bailey, R.C. , Day, K.E. and Norris, R.H. 1995. Biological guidelines for freshwater sediment based on BEnthic Assessment of SedimenT (the BEAST) using a multivariate approach for predicting biological state. *Australian Jour. Ecol.* (in press).
- Rhoades, J.D. 1993. Reducing salinization of soil and water by improving irrigation and drainage management. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities.* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 291-320.
- Rickert, D. 1993. Water quality assessment to determine the nature and extent of water pollution by agriculture and related activities. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities.* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 October, 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 171-194.

- Risk, M.J. , Sammarco, P.W. and Schwarcz, H.P. 1994. Cross-continental shelf trends in 513 C in coral on the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 106: 121-130.
- RIVM. 1992. *The Environment in Europe: A Global Perspective.* National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) , Netherlands.
- RIZA, 1994. *Chemische waterkqaliteitsindices.* Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) , Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Lelystad, The Netherlands.
- Roose, E. 1994. *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES).* Bulletin Pédologique de la FAO No. 70. FAO, Rome.
- Rosenthal, H. 1992. Environmental impacts: negative and positive aspects. In: *Workshop on Fish Farm Effluents and their Control in EC Countries.* Published by the Department of Fishery Biology, Institute for Marine Science at the Christian-Albrechts-University of Kiel, Germany. pp. 4-5.
- Sagardoy, J.A. 1993. An overview of pollution of water by agriculture. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities,* Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 19-26.
- Schottler, S.P. , Elsenreich, S.J. and Capel, P.D. 1994. Atrazine, alachlor and Cyanazine in a large agricultural river system. *Environ. Sci. Technol.* 28: 1079-1089.
- Stephenson, G.A. and Solomon, K.R. 1993. *Pesticides and the Environment.* Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

- Thurman, E.M., Meyer, M., Pomes, M., Perry, C.A. and Schwab, P. 1990. Enzyme-linked immunoabsorbent assay compared with gas chromatography/mass spectrometry for the determination of triazine herbicides in water. *Analytical Chemistry* 62 (18): 2043-2048.
- Torstensson, L. 1990. Bekämpningsmedel I den yttre miljön. Förekomst, spridning, effekter. Litteraturgenomgångoch förslag till forskning. Natrurvåardsverket rapport 3536. Solan, Sverige (As reported in WWF, 1992).
- United Nations. 1992. Protection of the quality and supply of freshwater resources: application of integrated approaches to the development, management and use of water resources. Chapter 18, Agenda 21, *Report of the United Nations Conference on Environment and Development.* United Nations, New York.
- UNCED. 1992. *Agenda 21 of the United Nations Conference on Environment and Development.* United Nations, New York.
- UNEP. 1993. *The Aral Sea: Diagnostic study for the development of an Action Plan for the conservation of the Aral Sea.* Nairobi.
- US-EPA. 1994. *National Water Quality Inventory.* 1992 Report to Congress. EPA-841-R-94-001. Office of Water, Washington, DC.
- US-EPA. 1992. *National Pesticide Survey: Update and summary of Phase II results.* Office of Water & Office of Pesticides and Toxic Substances, United States Environmental Protection Agency Report # EPA570/9-91-021, Washington DC.
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 1991. *Diagnóstico das Condicões Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros.* Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS), Rio de Janeiro.

- Wang, Y.-J. and Lin J.-K. 1995. Estimation of selected phenols in drinking water with *in situ* acetylation and study on the DNA damaging properties of polychlorinated phenols. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 28: 537-542.
- World Bank, 1993. *Water Resources Management: A Policy Paper*, World Bank, New York.
- World Bank, 1992. *World Development Report 1992: Development and the Environment.* Oxford University Press, New York.
- World Health Organization. 1993. *Guidelines for Drinking-Water Quality, Volume 1: Recommendations.* (Second Edition) , WHO, Geneva.
- WWF. 1993. *Marine Update 13: Marine pollution and pesticide reduction policies.* World Wide Fund for Nature, Panda House, Godalming, Surrey, UK.
- WWF. 1992. *Pesticide reduction programmes in Denmark, the Netherlands, and Sweden.* A WWF International Research Report, World Wide Fund for Nature International, Switzerland. (including "The pesticide reduction programme in Denmark: Update" ‹n.d.)

الفصل التاسع

الازمة البيئية

الفصل التاسع

الازمة البيئية

- الازمة البيئية
- ملوثات الهواء العالمية
- تلوث الهواء في الصين
- المصادر

الفصل التاسع

الازمة البيئية Environmental crisis

اصل الأزمات البيئية:

يمكن أن يكون للازمة البيئية أصل واحد أو أكثر، ويمكن أن تتعلق بـالمحيط الذي تتدهور نوعيته نظرا لتطور العوامل البيئية الأحيائية. وكمثال، فـان ارتفـاع المتوسط الحراري في الشتاء يؤدي إلى اختفاء نـوع مهـم في المحـيط، وبمعنـى آخـر فضرورة توفر درجة حرارة معتدلة لمدة معينـة يسـمح بتفتـيح الازهـار. وبـنفس الطريقة عند انخفاض الإشـعاع الحـراري الـذي يكـون في أعقـاب الانفجـارات البركانية المتعددة أو تساقط النيازك، يمكن أن تحد الكتلة النباتية نظـرا لانخفـاض فعالية نشاط التمثيل الضوئي. يمكن أيضا أن تكون قضية البيئة التي أصبحت غير ملائمة لبقاء الأنواع أو الجمعات بعد زيادة العناصر المفترسة. على سـبيل المثـال يصنف الفيل الإفريقي كنوع مهدد بالانقراض بعد الصيد المكثف للاستفادة مـن العاج، في بداية القرن الحادي والعشرين انخفضت كمية الأسماك بسـبب الصـيد المكثف والذي تمارسه زوارق الصيد الصناعية.

وتصبح البيئة غير ملائمة للحياة عند ارتفاع المنافسة الداخلية بـين نـوعين أو خارجية بين أصلين من نفس النوع للسيطرة على المناطق أو مصادر التغذية.

الأنواع المنتشرة كالكوليبرا تاكسيفوليا المتواجدة في البحر الأبيض المتوسط تعرف اختفاءا تدريجيا للأنواع المحلية. و في الأخير، يمكن أن يصبح الوضـع غـير مناسب لحياة الأنواع أو المجتمع إذا كان هناك ارتفاع متزايد لعدد الأفراد وهذا ما يوجد ضغطاً على محيط حياة هذه الاحياء.

ان طبيعة المدن وتخطيطها وكثافة سكانها بالاضافة إلى انشطتها صناعيا أو زراعيا أو تجاريا كانت تساهم بشكل كبير في تلوث البيئة التي تؤثر بالتالي على صحة الانسان بصور مختلفة تتراوح ما بين الالتهابات الحادة للعينين أو الجهاز التنفسي العلوي أو نقص وظائف الرئة أو حدوث الازمات التنفسية أو القلبية بل وحتى اختلاف السلوك و الاصابة بالسرطان ولقد اثبتت الدراسات بأن وجود التلوث في الهواء نتيجة للمواد المختلفة مثل نواتج احتراق بعض المواد والأتربة والغبار والتدخين يؤثر تأثيرا مباشرا على صحة الانسان. ولو استعرضنا كل هذه الملوثات لاخذت الكثير من الوقت والجهد إلا ان اهمها سواء الملوثات داخل المباني أو خارجها يمكن تلخيصها كالتالي:

أولا : الملوثات الناتجة عن الاحتراق:

تحدث هذه الملوثات نتيجة للاحتراق اما داخل المباني أو خارجها، وأهم المواد الناتجة عن الاحتراق هي:

أول أكسيد الكربون، الذي قد يسبب الوفاة وهذا معروف لدى كثير من الناس إلا انه مازالت حالات الوفيات تحدث بشكل مستمر وخاصة عندما يكون التعرض للغاز داخل المباني المغلقة. وكذلك من المواد الناتجة عن الاحتراق: ثاني أكسيد النيتروجين، الذي ينتج من عادم السيارات والمصانع وكذلك من ابخرة الطبخ ومواقد التدفئة التي تعمل بالكيروسين، ولقد لوحظ في بعض الدراسات وجود نقص في وظائف الرئة وزيادة الاصابة بالامراض التنفسية لدى الاطفال الذين يعيشون في بيوت تستعمل المواقد الكهربائية في الطبخ.

ثانيا : الرصاص:

يؤثر الرصاص المتواجد في الهواء داخل وخارج المباني على البالغين

والاطفال، ويتركز هذا التأثير على السلوك ودرجة الذكاء بشكل عام، ولقد لوحظ ان التقليل من نسبة الرصاص في وقود السيارات ادى إلى انخفاض كبير في نسبة مستوى الرصاص في الدم لدى افراد المجتمع في امريكا، ويتوقع العلماء تبعا لذلك التقليل من اثره الصحي على الاشخاص.

ثالثا : الملوثات المختلفة:

1- الغبار: أشارت الدراسات البيئية إلى ان زيادة نسبة الغبار في البيئة تؤدي إلى زيادة في حدوث الامراض الصدرية وامراض القلب بالاضافة إلى زيادة في نسبة الوفيات من تلك الامراض.

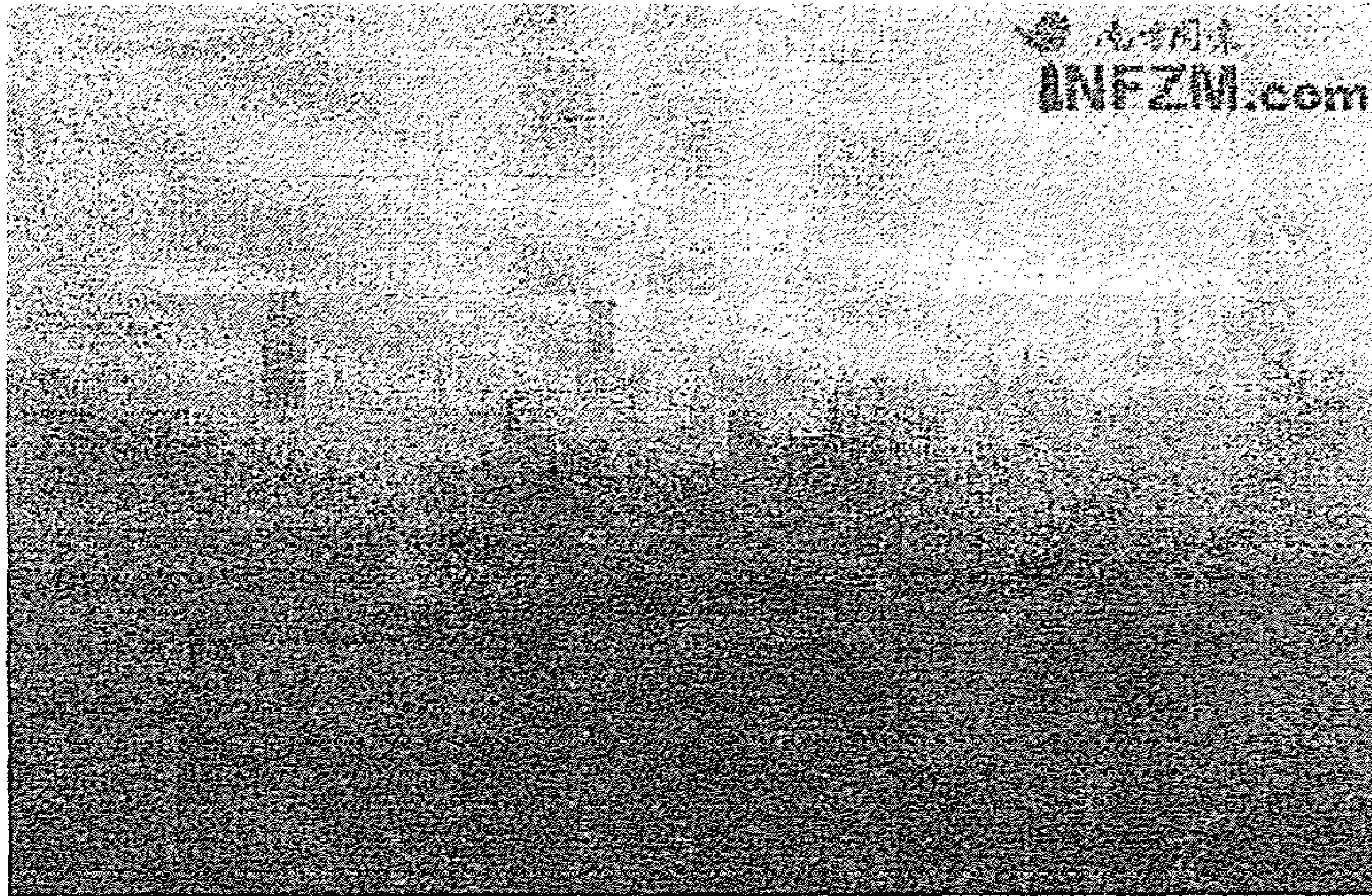
2- الأوزون: ينتج الاوزون من عوادم السيارات ومداخن المصانع والمذيبات وتؤدي زيادة درجة تركيزه في الهواء إلى تهيجات في الجهاز التنفسي وسعال وشعور بضيق في الصدر وانخفاض في وظائف الرئة، إلا انه لم يثبت استمرار اثر الاوزون مع وظائف الرئة على المدى البعيد.

تلوث الهواء في الصين

ان التلوث في كثير من البلدان الصناعية والعالية الكثافة السكانية يعتبر مشكلة عالمية لانتقال الملوثات وتاثيرها في تغير المناخ العالمي بصورة عامة اي ان بعض الدول وان كانت ذات تلوث قليل سوف تتاثر نتيجة لعبث الدول الاخرى الاكثر تلوثا.ومثال الدول الصناعية عالية التلوث الصين.

اذ تزايدت المخاوف العالمية بشكل مطرد على مدى المشاكل البيئية المحفوفة بالمخاطر على نحو متزايد في الصين. نتيجة لازدهارها الأخير، ولا يبدو سوف تتحسن قبل أن تسوء.

مستوي تلوث الهواء في العاصمه الصينيه بكين تجاوز الحد الاعلي للتلوث في هذه السنة بتاريخ 7/ 10/ 2010، اذ ان سحابه الدخان كانت كثيفه جدا بحيث اصبح مدي الرؤيى علي عده امتار في مركز العاصمه، واختفت العمارات العاليه وسط لون معتم.



شكل (53) الضباب الكيميائي(smog) في العاصمة الصينية بكين

تسبب النمو الإقتصادي المطرد في ان يكون الهواء في المدن الرئيسيه الصينيه ملوثا.

يصبح الهواء غير صحي اذا ارتفعت نسبه التلوث إلى اكثر من 100 ميكروغرام. وعند وصولها الي 300 ينبغي علي كل الاطفال وكبار السن ان يظلوا داخل منازلهم.

اختبارات الهواء كشفت عن ان غبار الفحم ودخان عوادم السيارات يمثلان المصدرين الرئيسيين للتلوث. حيث اشارت قراءات مدينه بكين الرسميه لمستويات التلوث الي انها كانت فوق 400، وقد سجلت قراءات وصلت إلى 800.

إرتفعت نسبة تلوث الهواء في بكين إلى درجات قياسية تنذر بالخطر على الصحة العامة فقد أكد المقياس الرسمي الصيني أن درجة التلوث تتراوح بين 300- 400 درجة، في حين تعتبر درجة 300 خطرا على الصحة العامة و تنصح منظمة الصحة العالمية بأن لا تزيد درجة التلوث عن 20 درجة فقط.

في بكين مؤشر جودة الهواء في المدينة يصل 775 رغم ان النطاق الدولي يتوقف في 500 علما ان هذا المؤشر في مدينة نيويورك يصل 19. وان المدن الأمريكية لا تصل إلى 100، تعد بكين المشكلة الأكبر. عندما أصدر البنك الدولي قائمة المدن الأكثر تلوثا في العالم، 16 من اكثر المدن تلوثا والبالغة مدينة 20 كانت من صينية. وأسوأ الملوث الهواء في العالم، اذ مجرد الوقوف خارج السكن تحرق العيون والحناجر، لدرجة أن نوعية الهواء مؤذية. وكذلك يأتي الأطفال إلى المستشفيات مع التسمم بالرصاص وحدوث اتهابات الأذن، وسرطان الرئة وانتفاخ الرئة على نطاق واسع مثير للريبة بين كبار السن.

ان ما يجري في الصين مشكلة عالمية. أصدرت وكالة ناسا دراسة خلصت ان حوالي 50٪ من تلوث الهواء الأمريكي أساسا من الرياح التي تهب من آسيا عبر المحيط الهادي. الزيادة الهائلة في حرق الفحم والغبار الذي يدخل من سحابة كبيرة ويمتص أشعة الشمس، ويؤدي إلى تسخين الأرض. ولولا اهتمام هذه الدول باتباع طرق مبتكرة للحد من التلوث لأصبحت المشكلة كارثية.

في بكين، أعلنت الحكومة استثمارات ضخمة في الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وتوليد المياه، فضلا عن الحد من الفحم وإجمالي استهلاك الطاقة. كما هو الحال في معظم البلدان، ولكن هذه الاجراءات تحتاج وقت طويل.

السيارات مصدرا رئيسيا لتلوث الهواء فى بعض المدن الكبيرة والمتوسطة

بناءا على تقرير حماية البيئة الصينية بشأن تنمية صناعة السيارات ان صناعة السيارات الصينية شهدت تطورا سريعا في السنوات الاخيرة مع زيادة عدد مستهلكي السيارات. ودفع هذا التطور السريع تطورا سريعا في الاقتصاد مع حفز التقدم الشامل في مختلف النواحي الاجتماعية والاقتصادية وتحسين جودة المعيشة، لكنه أدى إلى تفاقم تلوث الهواء.

وبعد ان كانت بعض المدن تعاني من التلوث بسبب أدخنة الفحم في الماضي أصبحت تعاني من التلوث بسبب انبعاثات السيارات في الوقت الراهن. ولوحظ في بعض المناطق ظاهرة الضباب الكيميائي (smog) واوضحت الدراسات ان هذه ظاهرة لها علاقة وثيقة بأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات الناتجة من انبعاثات السيارات، كما شهدت بعض المدن ارتفاعا تدريجيا فى كثافة الاوزون بسبب هذه المواد الكيماوية. ان الصين شهدت تطورا سريعا فى وضع القوانين واللوائح المتعلقة بانبعاثات السيارات في العشر سنوات الفائتة، وحققت منجزات تمثلت بالرفع المستمر لمعيار السيطرة على هذه الانبعاثات وتوجيه ودفع السياسات منخفضة الكربون للسيارات. وقياسا إلى ثمانينات القرن الماضي ازدادت عدد السيارات في البلاد 24 ضعفا مع ازدياد انبعاثاتها 12 ضعفا في الخطة الخمسية الحادية عشرة (2001-2010). فى الخطة الخمسية الثانية عشرة (2011-2015) ستكمل الصين نظام معيار انبعاثات السيارات وتعزيز السيطرة على انبعاثات السيارات. وستركز هذه الاعمال على رفع مستوى انبعاثات هذه السيارات والتنفيذ الصارم للمعيار الوطني لانبعاثاتها وتحسين نظام حماية البيئة المنفذ على المركبات جديدة الانتاج والاستمرار في دفع اعمال استبدال السيارات المستعملة بسيارات جديدة وتسريع عملية تصفية السيارات غير المطابقة للمواصفات المطلوبة والشاحنات منخفضة السرعة والتنمية النشطة للسيارات

العاملة بالطاقة الجديدة. اضافة إلى ذلك من الضروري استكمال نظام ادارة السيارات وتعزيز الفحص المنتظم لحماية هذه البيئة ودراسة سياسة فرض رسوم ضريبية على هذه المركبات للوقاية من التلوث بالتوازي مع تسريع عمليات تنظيف زيوت الوقود المستعملة في السيارات وتعزيز ادارة منظفات البنزين من هذا النوع.

ان ما يحدث في الدول النامية من تلوث مختلف والذي تنتج عنه امراض خطرة ووفيات كثيرة لا تحرك هذه الدول لوضع حلول مناسبة ومستقبلية لحل هذه المشكلات. ان اعداد كبيرة من الناس تقتل يوميا بصراعات واعمال ارهابية يضاف إلى هذا العدد الكبير من الوفيات الناتجة عن التلوث والجوع.

البيئة والمعارضة الجماعية والعنف الجماعي:

The environment and group conflict and violence

تتضمن دراسة المعارضة الجماعية داخل اهتمامات علم البيئة ولقد كان هذه ظاهرة تقليدية منذ فجر التاريخ والاقتصاد والعلوم السياسية وعلم النفس وعلم الاجتماع والعلوم السلوكية المرتبطة به ولقد كان لعلم البيئة القليل جداً عن المعارضة الجماعية فضلاً عما في الجماعات الحيوانية وربما تكون هذه مشكلة في حد ذاتها. ونعني بذلك فشل علماء البيئة وغير علماء البيئة على حد سواء في إن يهتموا بالعوامل البيئية في الصراع البشري ومع ذلك فأن هناك تزايداً في الوعي في تأثير العوامل البيئية في المعارضة والعنف.

الظروف البيئية والتغير الاجتماعي باعتبارهما عوامل وراء العنف. العلاقات بين التزاحم الزائد والعدوان البشري والاستجابات الدفاعية

للتهديدات البيئية والاجتماعية. وبالاختصار يبدو أن العنف هو واحدة من عدة استراتجيات لرد الفعل الاجتماعي على التهديد البيئي على أن الازدحام السكاني يزيد فقط من التهديد المنتشر على نطاق واسع للاستقرار الاجتماعي والممثل في الكتل من الجماهير الذين يعانون أساسا من عدم الثقة في مستقبلهم الشخصي والذين انعدمت ثقتهم في زحمتهم للحصول على مكان مأمون في مجتمعهم.

ان أهم اسباب الزيادات الكبرى في العنف الجماعي هو التذمر المنتشر للتطلعات التي حرمت منها المجتمعات بالنسبة للحاجات وظروف الحياة والتي يعتقد الناس انه حق من حقوقهم ولتوقعات الإنسان الشرعية مصادر عدة من بينها خبرته السابقة في الربح والخسارة ومثاليات الندرة أو الوفرة وحالة الجماعات التي ينتمي إليها والأكثر احتمالاً إن تتولد تطلعات جديدة وتذمرات جديدة في أوقات التغيير الاجتماعي... كما أن الشعوب التي تواجه أسرع تغير اقتصادي اجتماعي تكون أيضا معرفة لان تمارس أعلى مستويات العنف الجماعي.

الظروف البيئية والاجتماعية المثيرة للكآبة في أحياء المدينة الداخلية كدوافع للعنف، العاطلين عن العمل من الرجال والنساء والمدارس التي يتمرن بها الصبية بدل من تعليمهم حتى يتحولون إلى الشوارع وارتكاب الجريمة وتناول المخدرات والى الاعتماد على الرعايا الاجتماعية والى الشعور بالمرارة والنقمة عن المجتمع وتكون المرارة تجاه مجتمع مستقر عاملاً رئيسياً بكل تأكيد للعنف الأعمى وفي السنوات الأخيرة وفي اغلب الأحوال كانت تعود جرائم القتل الجماعية والتفجيرات بالقنابل وجرائم الخطف والعنف المدني إلى الخيط المشترك من المرارة المتطرفة ضد الظروف الاجتماعية السائدة. وفي حالات عديدة شعور

مرتكبو العنف الأعمى بأن ليس لهم مخرج آخر- فلقد حوصروا بضغوط اجتماعية هي من الشدة بحيث لم يكن غير العنف من وسيلة تمكنهم من الوصول إلى أهدافهم مما يوحي بأن العنف الأعمى والإرهاب ليسا في الحقيقة ألا مظاهر ضغط سكاني مفرط وقلق اجتماعي- وهذه تمثل مصباً للقوة البيئية والنفسية. ومما لا مبرر له في هذه المرحلة اعتبار المفاهيم البيئية للعنف على أنها علاقات مثبتة ومفهومة بصورة واضحة على أساس أن العوامل السياسية والاجتماعية والاديولوجية تلعب مثل هذه الأدوار الرئيسية في الصراع البشري وبالرغم من أن هذا فأن أهمية العوامل البيئية في طريقها لان تصبح أكثر وضوحاً إذ هي بكل تأكيد بحاجة إلى دراسة أكثر دقة.

إن الصلة بين البيئة والحروب لم يكتمل إدراكها بصورة عامة على الرغم من أنها قد تكون أكثر وثاقاً مما هو متوقع وبكل تأكيد تمثل الحروب شكلاً هو غاية في التعقيد كما هو عالي التنظيم الصراع الجماعي. ولكن ليس من الضروري ان يطمس تعقيدها المفجع تلك الحقيقة، أن العوامل البيئية تبرز في أسباب قيام الحروب وكثيراً ما كانت أطماع توسعية والحاجة إلى الموارد والتنافس بين الجماعات وصراعات القوة بين الجماعات هي العناصر المسببة في تاريخ الحروب وبتغيرات أساسية فأنها كلها تعود إلى التفاعلات الاجتماعية البيئية بين الشعوب قد قامت 278 حرباً رئيسة في العالم من عام1480- 1940أي فترة زمنية مدتها 460 عام وهذه كانت تمثل معدل مقداره 6 حروب في كل عشر سنوات بمتوسط زمني مقداره 1.6سنة لكل حرب ومن بين هذه الحروب صنف 48٪ كحروب (توازن قوي Balance of power) أي الصراعات على مراكز ومراتب السيادة بين الدول، 28٪ كانت حروب أهلية أي صراعات داخل المجموعة 16٪ كانت حروب امبريالية أي حروب توسعية إقليمية، وكانت8٪

فقط من المجموع حروب دفاعية بمعنى أخطاء غير تحفظية حيث تعتبر كل من المجموعتين نفسها مهاجمة ودخلت الحرب بالشعور الدفاع. وعلى الرغم من أن المرء يجب أن يكون حذرا عند أبراز أوجه الشبهة بين سلوك الحيوان وسلوك الإنسان فإنه من المدهش أن هذه هي أساسا نفس أسباب العدوان في المجتمعات الحيوانية والتي صراعات إقليمية وخلافات على السيادة والمستوى الاجتماعي والدفاع العدواني عندما تتعرض للتهديد أن مساهمة علم البيئة في تفهمنا للسلوكيات الاجتماعية كتلك المعقدة وذات الارتباط بالثقافة مثل الحروب تكمن في مبدأ تحليل النظم الذي يميز علم البيئة، أي دراسة نظامية لجميع العلاقات الأساسية للمجموعات الاجتماعية بالنسبة لبيئتها وتتطلب وجهة النظر هذه أن تدرس النواحي الفيزيائية والإحيائية والاجتماعية للبيئة باعتبارهم متفاعلة بعضها مع بعض وليست واضحة إذ إن الأسئلة البيئية التي يمكن أن تتأثر بخصوص صراع الدول هي:

ما هي الموارد اللازمة الأساسية واتجاهاتها الاجتماعية وحاجاتها الاجتماعية والبيئية المنتظرة وطموحاتها الاجتماعية والاقتصادية وأنماط تنافسها وتعاونها؟

بالإشارة إلى تاريخ الحرب في القرن العشرين لم يحدث في التاريخ أن اقتحمت الدول نفسها بهذا العدد وفي جميع أنحاء العالم بهذه القوة وبهذا الإصرار نحو ذلك المثل الأعلى. وهو سلام العالم. ومع ذلك لم يحدث من قبل أن أشعل هذا العالم بهذا العدد من الحروب وعلى نطاق بهذا الاتساع. هذا الذي يبدو تناقضاً يستطيع بلا شك سياسيون شرحه ببعض الفلسفة مثل الافتقار إلى الاعتمادات التي يمكن بها انجاز استراتيجياتها لصنع السلام. وربما ما من احد يستطيع حتى أن يتقبل الاحتمال بأن الاستراتيجيات نفسها هي التي كانت خطأ

وإنها كانت مبنية على عدم تفهم كل المشكلة التي كان المفروض أن تحل وعلى الرغم من الأحداث السياسية التي كانت عادة تطلب الرصاصة الأولى للعمل الحربي إلا أن هناك عوامل بيئية أكثر أهمية تشمل الظروف البيئية والاجتماعية على سواء تلك التي تكون قد رسخت الأساس ووضعت المسرح الذي مثلت عليه مثل هذه الأحداث الحربية. وقد نتج العديد من الحروب الكبرى في التاريخ من حالات فشل تكيف بيئي شديد. وكان للبعض في أعماق قلوبهم نزعة نحو التوسع الإقليمي والاقتصادي في مجتمع دولي متنافس. ولقد كان من بين الأعراض الكثيرة الحدوث لعدم التوازن الاقتصادي الذي فجر الأحداث السياسية المؤدية إلى الحروب تزايد سريع في عدد السكان أو اقتصاد متدهور أو نوع من التضخم وقد كان وراء هذه الأزمات الاقتصادية والسياسية صعوبات بيئية أكثر أهمية من بينها نقص الطعام أو الغذاء أو ضيق المكان أو ضعف الموارد الأساسية ولقد نشأت بعض من أهم الصراعات الحربية السياسية في القرون الحديثة كاستجابات بشرية لظروف اجتماعية وبيئية غير مرضية كلياً.

ففي الصين على سبيل المثال في العشرينات والثلاثينات أصبحت ظروف الحياة من السوء بحيث قامت ثورة سياسية لإعادة تركيب النظام البيئي والاجتماعي الكلي واتخذ العديد من الثورات هدفاً منصوص عليه إعادة توزيع منتجات الأرض مصحوباً بإعادة تنظيم كامل للمعاهد الاجتماعية تربط الناس بعضها ببعض وتربطها بالأرض ولقد كان مأساوياً ومكلفاً أن تجر المحاولة للسيطرة على هذا الغليان الاجتماعي الكبير ومقاومته العمل الحربي وحده إذ يحتاج هذا الغليان تفهم أعمق واستجابات أكثر أهمية من العنف والعدوان ولا يمتلك علم البيئة جميع الإجابات ولكن يجب أن يعد واحداً من النظم العديدة المسؤولة عن منع الحروب والبحث عن السلام.

أنّ الحرب العالميّة الثانية هي من الحروب الفريدة من نوعها في الصراعات والحروب التي وقعت في القرن العشرين. فالحروب الأخرى مثل الحرب العالمية الأولى (1914-1918)، حرب فيتنام (1956-1975)، حرب العراق (2003)، حرب أفغانستان (2001)، بدأت بالتهيئة لها إعلامياً، وضاعت خلالها الحوافز الحقيقيّة للحكومات خلال الدعاية الإعلاميّة التي أجريت لها. أمّا الحرب العالميّة الثانية بقيت سمعتها إيجابيّة من البداية حتّى النهاية، ولم تلوّث حتّى الآن.

بلغ عدد الضحايا في الحرب العالميّة الأولى (1914-1918) أكثر من 21 مليون شخص. وعدد القتلى في فيتنام لمدة 20 سنة من القتال وصل إلى 5 ملايين، في حين بلغ عدد القتلى في الحرب على العراق (2003) ما يقارب 655 ألف شخص. وعلى الرغم من الافتقاد إلى الإحصاءات الدقيقة في الحرب العالميّة الثانية

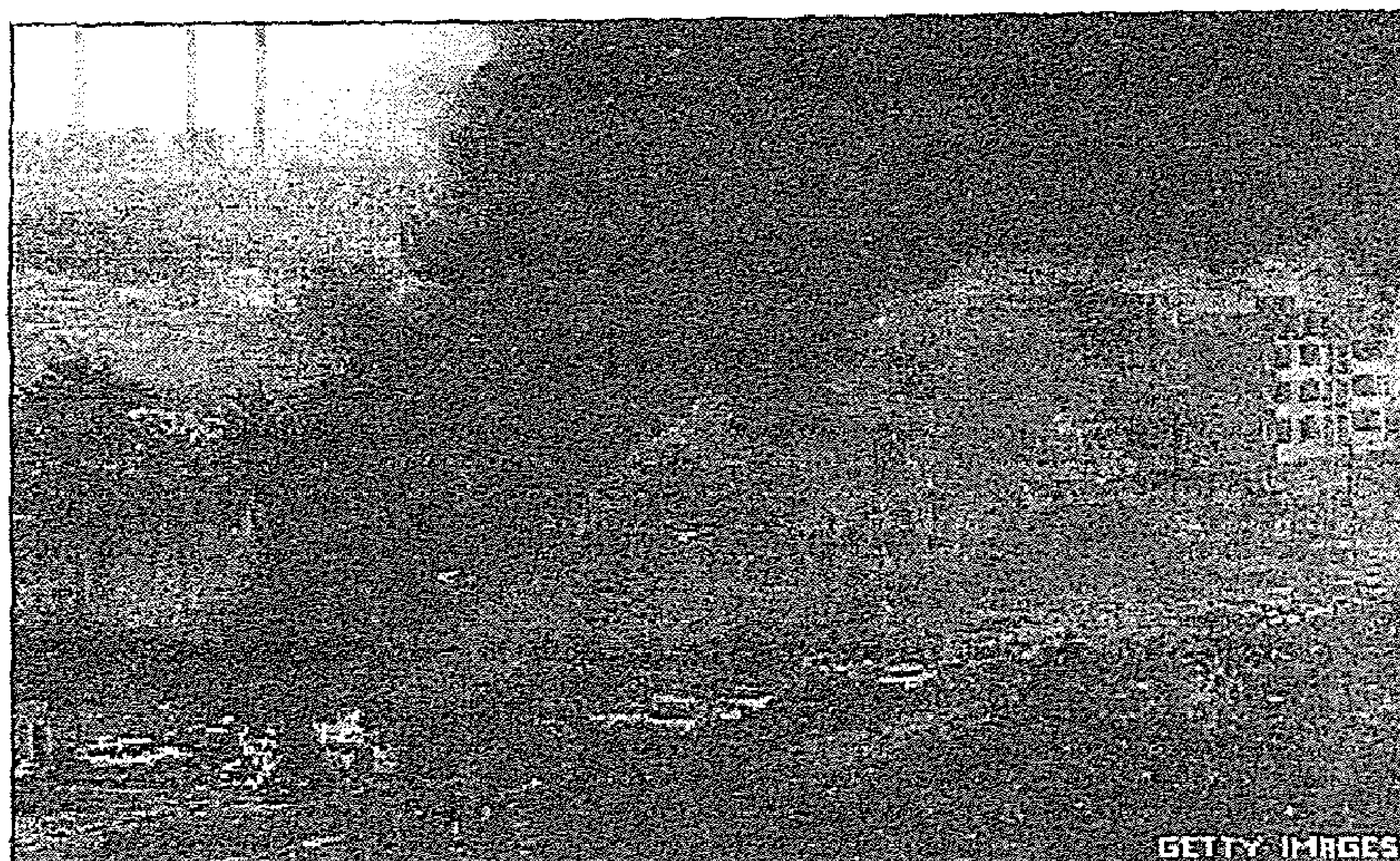
(1939-1945)، إلا أنّ أحد المصادر يجد أنّ 50 مليون شخص قتلوا فيها، 28 مليوناً منهم من المدنيين. وبلغت الخسائر الصينيّة وحدها مجموع ما فقدته كلّ من ألمانيا، بريطانيا، فرنسا في الحرب العالميّة الأولى

أما يجري في العراق فهو عبارة عن حلقة في سلسلة من الكوارث، كل كارثة تلد كارثة أخرى، أشبه بسلسلة التفاعلات الكيميائية والانفلاق الذري Chain reactions بدأت في سنة 1980. ولكن في نهاية المطاف ومهما بلغت تضحيات الشعب العراقي فلا بد لهذا الشعب أن ينتصر وينهض شامخاً من محنته، وأن أعداء العراق هم الخاسرون. ان حصيلة الوفيات بين المدنيين من العنف بلغ12، 104 في سنة 2003 و11، 428 في 2004 و16، 114في 2005 و29، 009 في 2006 و25، 275 في 2007 و9، 618 في 2008 و4، 918 في 2009 و4، 068

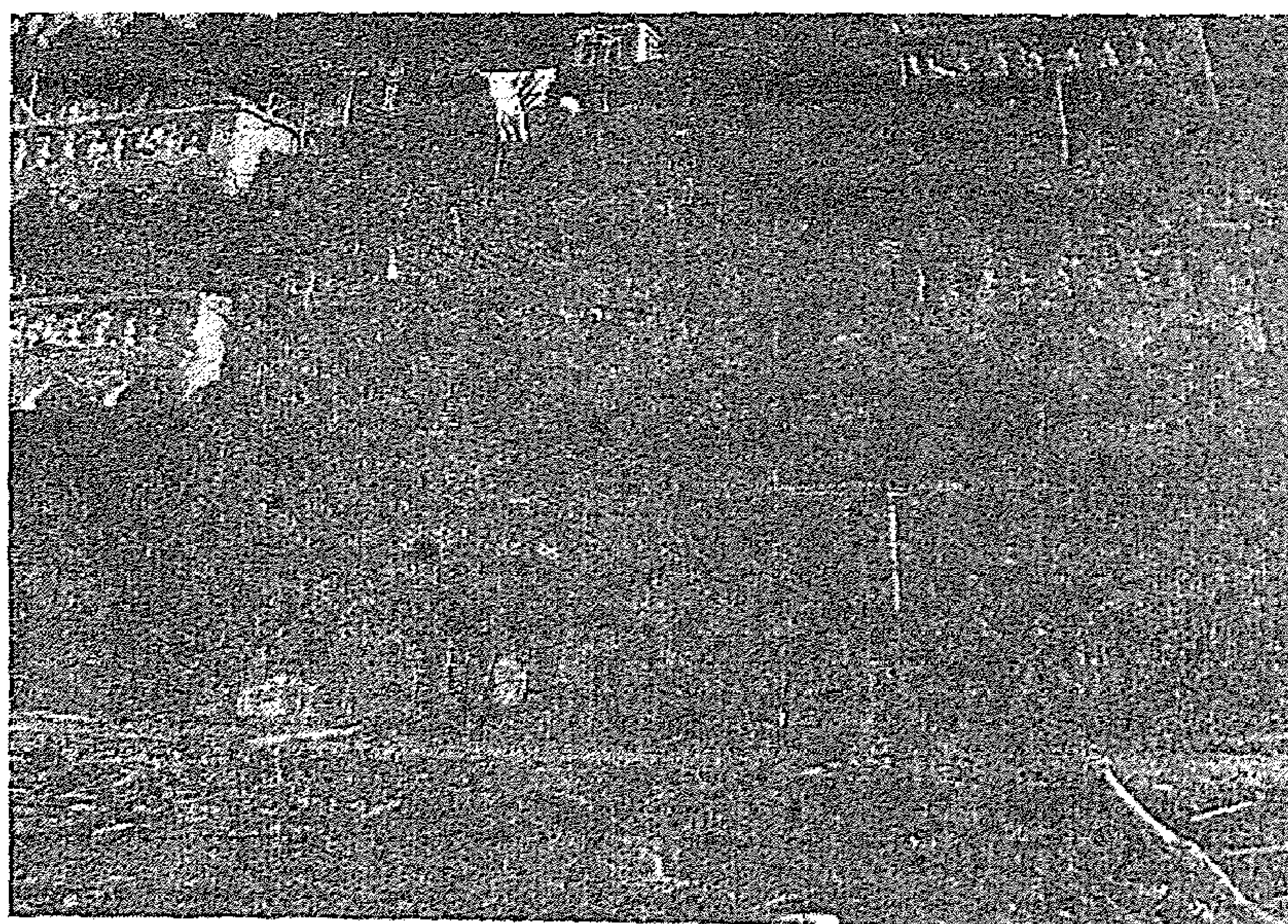
في 2010 و3، 743 في 2011 وان الوفيات بين المـدنيين مـن العنـف بلـغ. 174، 000 ومن العسكرين 123، 1284 من اذار 2003 إلى اذار 2013 حسـب المصـدر العراقي التالي:

("Civilian deaths from violence in 2012". Iraq Body Count. January 12013).

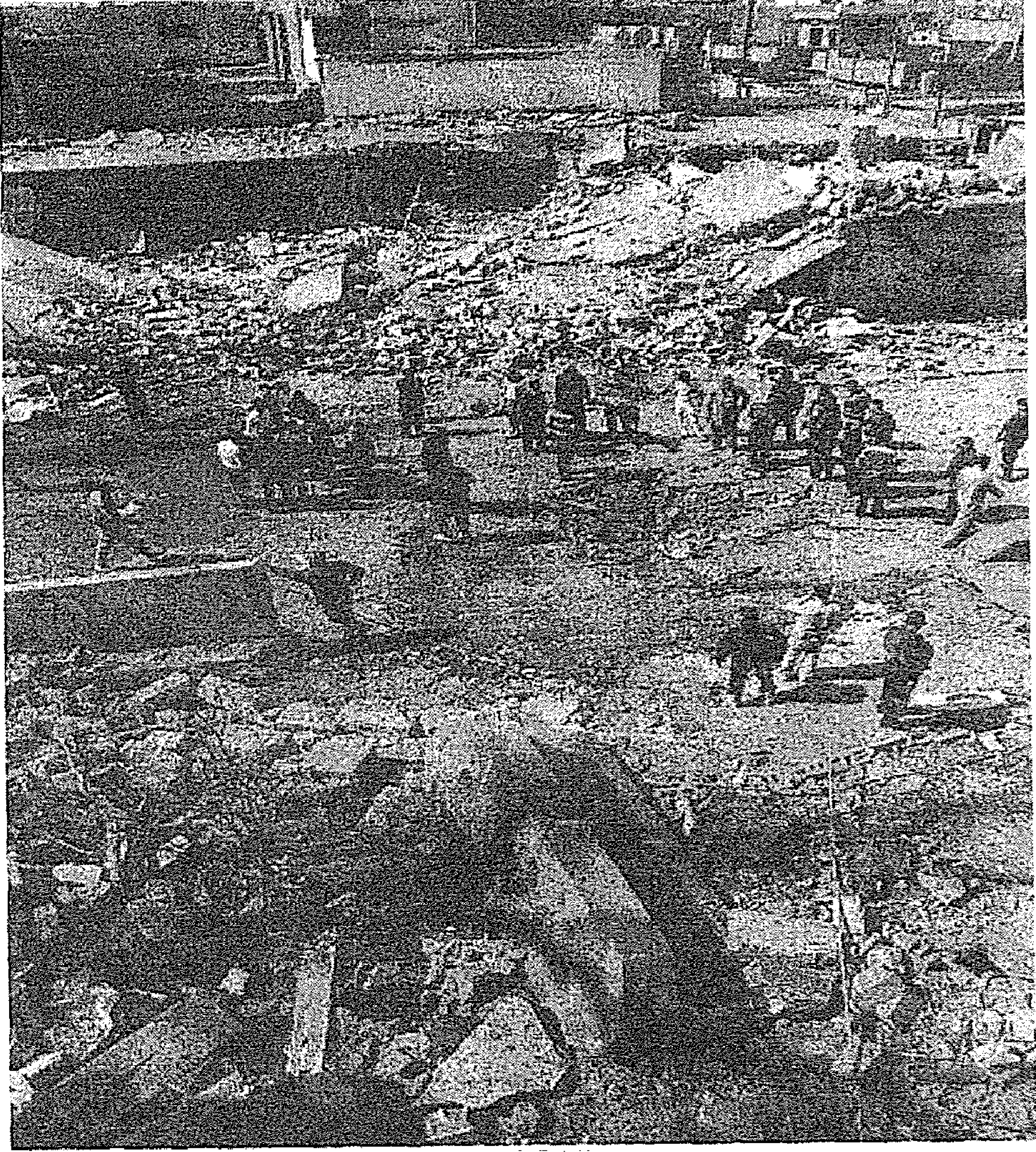
(a)



(b)



(c)



شكل (54 b ،a &c) اثار الانفجارات على البيئة في بغداد- العراق

الكوارث البيئية Environmental disasters

الكارثة البيئية هي نتيجة لظاهرة صائبة (تصيب) مع سلامة الكل أو جزء أو أكثر من النظام البيئي، وهذا هو السبب في تسميتها كارثة بيئية.

بعض الكوارث ذات الأصل البشري، على سبيل المثال، ذوبان القبة

الجليدية الناتج عن الاحترار الكروي (الاحترار المناخي)، البقع النفطية في البحر، خراب المواطن البيئية تؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي مع اختفاء آلاف الأنواع من الحيوانات والنباتات.

ممكن أن تأتي الكوارث فجأة، بالضبط مؤرخة، حتى وإذا كانت التأثيرات خطيرة والحسية خلال عدة سنوات أو عشرين سنة على سبيل المثال البقع النفطية. ممكن أن تكون بعض الكوارث الطبيعية نتيجة لأعمال تجرى في عشرات السنين أو أكثر لكن من بين النتائج المهمة على سبيل المثال ثقب طبقة الأزون. هذه الطبقة مهمة جدا للحماية من الأشعة الفوق البنفسجية وللظروف المعيشية.

الكوارث المتصلة بالنشطات البشرية

لأحداث المستهدفة والمحددة:

- التجربة النووية كاستل برافوا 1954 مع الإشعاعات المنتشرة التي اشتاحت منطقة الأرخبيليات (رونغولاب) بالقرب من جزيرة بيكيني.
- التلوث الهائل بالمحروقات في توري كانيوا سنة 1967
- تلوث نهر الراين بمبيدات اندوسالفان سنة 1969
- تلوث لوف كنال سنة 1978
- الحادث النووي لجزيرة الثلاث اميال سنة 1979.
- كارثة بهوبل سنة 1989.
- كارثة تشارنوبيل سنة 1984.
- كارثة مصنع الاسمدة الازوتية والكيميائية بتولوز سنة 2001.
- كارثة المصنع البيتروكيمياوي بجيلين سنة 2005.

- في الثلاثينيات، داست بول (عواصف غبار متتالية) نتيجة لانجراف التربة الناتج عن الزراعة المكثفة لمدة طويلة في السهول الكبيرة بالولايات المتحدة.
- السحابة البنية باسيا.
- تسمم الكادميوم والزئبق باليابان سنة 1950، (التسمم بمدينة ميناماطا اليابان).
- الانخفاض الكبير في التنوع البيولوجي ثم ارتفاع معدل انقراض الأنواع.
- ثقب طبقة الأزون، المثبت في السبعينات.
- إزالة الغابات على نطاق واسع في معظم مناطق العالم.
- الاحترار المناخي، جد متقلب في خريف 2006.
- تدهور تدريجي لجزر المحيط جراء الاستخراج المفرط للفوسفات. خصوصاً جزيرة بانابا وناورو.
- كارثة تسونامي في اليابان 2011 (زلزال وتسونامي توهوكو2011).



(أ)



(ب)

شكل (55 أ و ب) صور لبعض الاضرار الناتجة من كارثة تسونامي في اليابان
www.hilyes.com/2011/03/2011-tsunami-japan.html

حدوث انفجار نتجت عنه انهيارات في سقف وجدران مبنى في مفاعل نووي بفوكوشيما 240 كيلومتر شمال طوكيو مما أدى إلى إصابة بعض العاملين به وإجلاء الآلاف من السكان في محيط المفاعل. أن النشاط الإشعاعي قد صار أكبر بعشرين مرة من المستوى الطبيعي في موقع فوكوشيما.

أسوأ الكوارث البيئية من صنع الإنسان

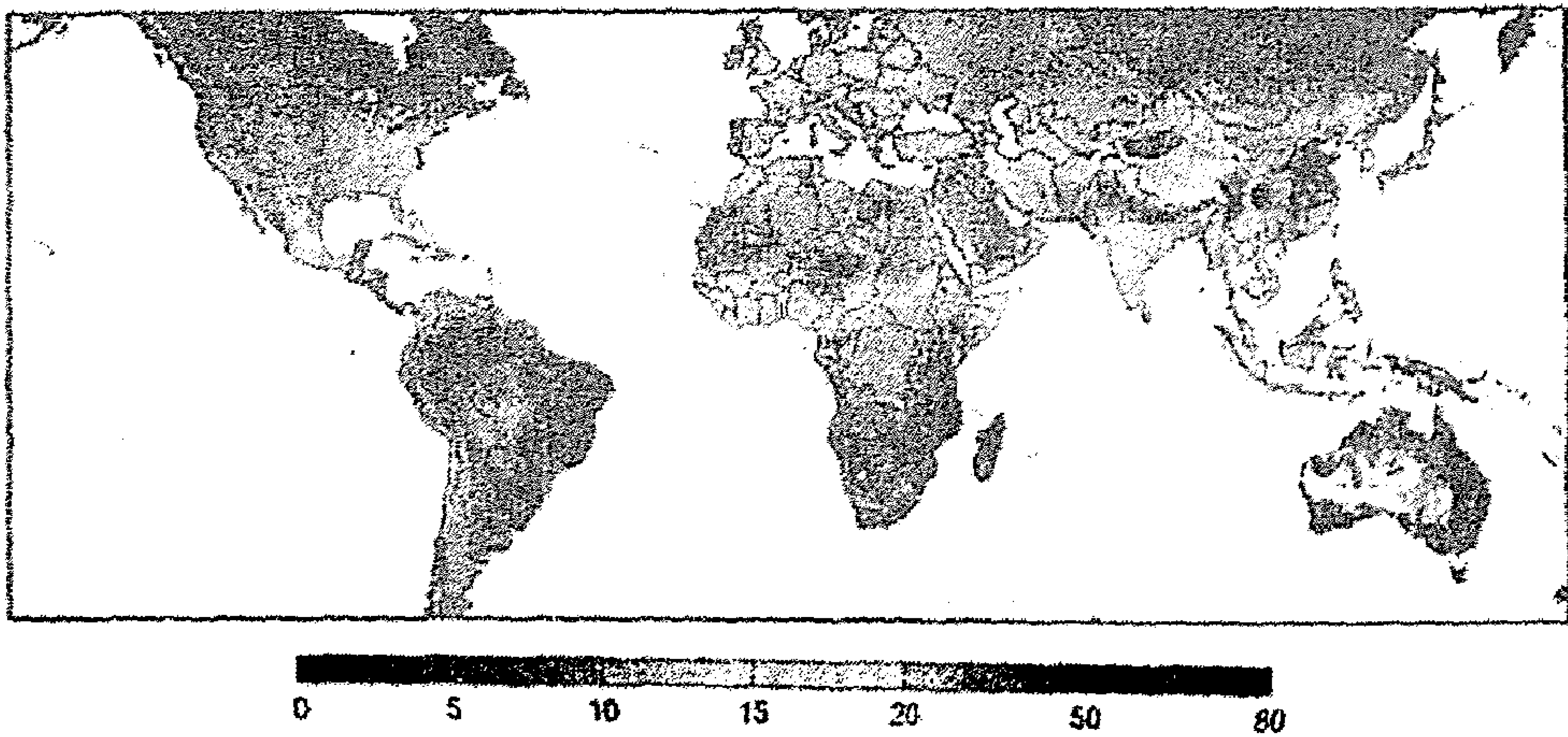
- تسرب النفط في البحار
- حادث تسرب رماد الفحم في تينيسي
- بركان الطين سيدوارجو
- تسرب الفحم والحمأة غرب فيرجينيا/ كنتاكي

- تسرب السيانيد بايا ماري
- تلوث الأسبستوس، مونتانا
- التسرب النفطي في حرب الخليج
- تسرب النفط في إكسون فالديز
- مفاعل تشيرنوبيل
- التسرب النفطي من مصفاة شيفرون
- تسرب الغازفي بوبال الهند
- الانهيار في ثري مايل ايلاند
- تلوث بمادة الديوكسين في شاطئ ولاية ميسوري
- هول النار في تركمانستان
- حادث بالوميراس
- إبادة البيئة الطبيعية في فيتنام
- قلعة برافو
- الضباب الدخاني لندن 1952
- ميناماتا السامة خليج التسمم وDustbowl العظمى في امريكا
- الكوارث الجارية في بحر آرال
- المنطقة الميته خليج المكسيك
- تصحيح القمامة المحيط الهادئ
- قوى يو الصين
- دلتا النيجر
- أوكلاهوما التلوث بالرصاص
- مفاعل نووي بفوكوشيما

ملوثات الهواء العالمية Global air pollution

من المعروف ان الهواء متحرك وعند حركته لا يمكن تحديده جغرافياً في دولة واحدة حيث ان الغلاف الجوي للكرة الارضية يعتبر مشتركاً عالمياً تقوده حركة الكتل الهوائي المتغيرة. فالملوثات الغازية والملوثات الاشعاعية يمكن ان تنتقل من منطقة إلى أخرى. وفيما يلي بعض الامثلة على ما يلوث الهواء ويؤثر في مناطق جغرافية عديدة قد تصل إلى كل الكرة الارضية:

تاثير التسخين العالمي (الاحتباس الحراري Global warming) الناتج من حركة غازات البيت الزجاجي هي ثاني اوكسيد الكاربون و اكاسيد النايتروجين والميثان واكاسيد الكبريت وبصورة عامة تلوث الهواء له علاقة مباشرة في التسخين العالمي. الصناعة وحركة السيارات وحرق الوقود الاحفوري هي السبب في حدوث فتحة الاوزون في نصف الكرة الارضية الجنوبي واستراليا هذا يؤدي إلى سرطان الجلد وامراض أخرى اذ تم تشخيص هذه المناطق على انها من اخطر المناطق المتاثرة بالاشعة الفوق بنفسجية (ultraviolet rays) الواصلة إلى سطح الارض.



شكل (56) خارطة للاحتباس الحراري العالمي

وكالة Nasa اصدرت خارطة للاحتباس الحراري العالمي هذه الخارطة تبين تلوث الهواء بالدقائق ذات الحجم اقل من 2.5 مايكرون. هذا الحجم مهم لانه صغير جدا بحيث يدخل ويتجمع إلى رئة الانسان مسببا اذا للانسان ومسببا موت كثير من الناس في السنة.



شكل (57) تلوث الهواء في نصف الكرة الارضية الجنوبي واستراليا من ثاني اوكسيد الكاربون و الغازات الاخرى الناتجة من الاحتراق مثل الدخان والسخام والكبريتات والمواد السامة.

ثاني اوكسيد الكاربون يرافق الكثير من الغازات الناتجة من الاحتراق مثل الدخان والسخام والكبريتات والمواد السامة. المستوى الحالي من السكان والتطور الزراعي والصناعي النباتي ادى إلى زيادة التركيز وتلوث الهواء في نصف الكرة الارضية الجنوبي واستراليا.

هناك ظواهر تسبب زيادة تلوث الهواء الجوي منها:

اولاً: التأثيرات الترافقية المتداخلة

تحدث هذه الظاهرة الخطرة في حالات عديدة حيث ان تاثيرات ملوث ما تتضاعف وخطورته تزداد حين وجوده مع ملوث اخر، وهذا الاخير تتضاعف

خطورته في ترافقه وتعاونه مع الملوث الاول. وسنشرح على سبيل المثال في هـذا الفصل التأثيرات الترافقية لاكاسيد الكبريت مع الغبار والتـأثيرات المـدمرة الـتي يسببانها إلى الجهاز التنفسي في الانسان وقـد كـان لهـذا الترافـق الـدور الاول في تسبب الاصابات العديدة التي ذكرناها في مجال الكوارث البيئية.

يمتاز جهاز التنفس لدى الانسـان (والحيوانـات العليـا) بوجـود شـعيرات (Cilia) داخل القصيبات الهوائية وظيفتها فع وكبس الغبـار والاجسـام الغريبـة التي تدخل الجهاز عن طريق الشهيق وايصالها إلى الحنجرة ومن هنـاك تقـذف إلى خارج الجسم أو تتحـول إلى الجهـاز الهضـمي. عنـد وجـود غـاز ثـاني اوكسـيد الكبريت أو حامض الكبريتيك في الهواء وعند استنشاق الهواء الملوث بهما يكون تأثيرهما شل الحركة التموجية للشعيرات الرئويـة، وعليـه فـان ذرات الغبـار ان وجدت في الهواء سيتسنى لها ان تدخل إلى اعماق بعيدة داخل الرئة. من الناحية الاخرى، وعند عدم وجود دقائق الغبـار، فـان جزيئـات H_2SO_4، SO_2 صـغيرة جدا ولا تبقى طويلا داخل الرئة وتخرج مع الزفير ولكن لهـذه الجزئيـات قابليـة كبيرة للامتزاز على سطح دقائق الغبار وعنـد اخـتراق الاخـيرة لاعمـاق بعيـدة داخل الرئة فان قسم من هذه الدقائق وما تحويه من مواد ممتزجة عليهـا تلتصـق بجدار الرئة الداخلي وتؤدي إلى تخريبات موضعية في محل التصاقها.

ان لظـاهرة التـأثير الترافقـي لاكاسـيد الكبريـت وذرات (دقـائق) الغبـار خطورة كبيرة على الجهاز التنفسي وعند وجود هـذه الاكاسـيد والغبـار بتراكيـز عالية يمكن ان يؤدي إلى الموت. ان التخديش الشديد لجهاز التنفس قد يؤدي إلى فشل القلب بسبب الاجهاد الكبير عليه ليوفر نقل كمية كافية من الاوكسجين إلى بقية اعضاء الجسم والدماغ عن طريق دفع كميات كبيرة من الدم إلى رئة معطوبة تعمل بكفاءة منخفضة بسبب التخديش والتمزق.

ثانياً: الاحتباس الحراريّ Warming

مفهوم الاحتباس الحراري لا يختلف عن ظاهرة البيت الزجاجي، فهو يتعلق بزيادة تركيز غاز ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 في الغلاف الجوي. ان تركيز غاز CO_2 هو في زيادة مستمرة ورغم ان هذه الزيادة هي ضئيلة وليس لها تأثير صحي على الإنسان أو الاحياء الاخرى ولكن خطر هذه الزيادة في كونها ستؤدي تقليل انتشار الحرارة من جو الكرة الارضية إلى الفضاء الخارجي بفعل تأثير ظاهرة البيت الزجاجي مما يتسبب في ارتفاع معدلات درجات الحرارة على سطح الكرة الارضية. ان اصطدام موجات الاشعة المرئية بأي حاجز يؤدي إلى تحولها إلى حرارة. يعمل كل من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وبخار الماء على امتصاص الاشعة المنعكسة من سطح الارض وبهذه الطريقة يعملان وكأنهما لحافان الكرة الارضية ويمنعان تسرب الحرارة المنعكسة من سطح الارض إلى الغلاف الجوي وبغير هذين اللحافين يحتمل ان تنخفض درجة حرارة الكرة الارضية إلى (-40°م) بدلاً من المعدل الحالي لدرجة الحرارة وهو نحو (15م°) ولكن إضافة كميات أخرى من بخار الماء وغاز ثنائي اوكسيد الكربون يعني إضافة طبقات أخرى من اللحافين مما يؤدي إلى منع التسرب الحراري بدرجات ومعدلات اعلى مما هي عليه في الطبيعة وهذا يعمل على رفع درجة حرارة سطح الارض والمحيط الذي يعلوها مباشرة بشكل غير طبيعي.

ان ارتفاع معدل درجات الحرارة المتوقع لها على سطح الكرة الارضية يؤدي في المحصلة النهائية إلى التأثير في مستوى سقوط الامطار عالمياً وزيادة التصحر وانخفاض معدلات الانتاج الزراعي كما ان رفع درجة حرارة الارض يؤدي إلى ذوبان الكتل الجليدية في القطبين ويؤدي إلى ارتفاع مستويات المياه في المحيطات وحدوث الفيضانات المدمرة.

يدعى أيضا الاحترار الجوي بالاحترار العالمي أو بالاحترار الكلي، وهو ظاهرة الارتفاع لمتوسط درجة حرارة الجو قرب من سطح الأرض والمحيطات، على الصعيد العالمي وعلى مدى عدة سنوات، يطلق هذا المصطلح في معناها العام على التغيير المناخي الملاحظ منذ ما يقارب الخمسة وعشرين سنة، أي مع نهاية القرن العشرين.

آثار الاحتباس الحراري على الإنسان والطبيعة

فيما بعد النتائج المباشرة، الفيزيائية والمناخية، للاحتباس الحراري، التي ستؤثر على النظم البيولوجية لمجموع المستوطنات البشرية، هذه الاضرار الفيزيائية والبيولوجية سيكون لها صدى كبير، التعقيد الشديد للنظم البيولوجية، اقتصادية واجتماعية متأثرة بالاحتباس العالمي لا تسمح بالقيام بتنبؤات كمية لأجل النمذجة الفيزيائية للأرض.

ظاهرة التدرج الحراري المقلوب

Temperature Inversion phenomena

حدثت معظم الكوارث البيئية في ظروف التدرج الحراري المقلوب وهذه الظاهرة تفسر بان الحالة الطبيعية في منطقة التروبوسفير في الغلاف الجوي- وهي المنطقة ابتداء من سطح البحر والى ارتفاع 10 كيلومترات ان درجة الحرارة تنخفض كلما ارتفعنا عن سطح الارض. من الناحية الاخرى وكما هو معلوم فان حركة الهواء في هذه المنطقة يمكن تحليلها إلى اتجاهين اساسيين: الحركة بالاتجاه الاعلى- أو الحركة العمودية- والحركة الافقية- بموازاة سطح الارض- وتؤثر الطبيعة الجغرافية لاي منطقة مثل وجود التلال والوديان على المدن وفي

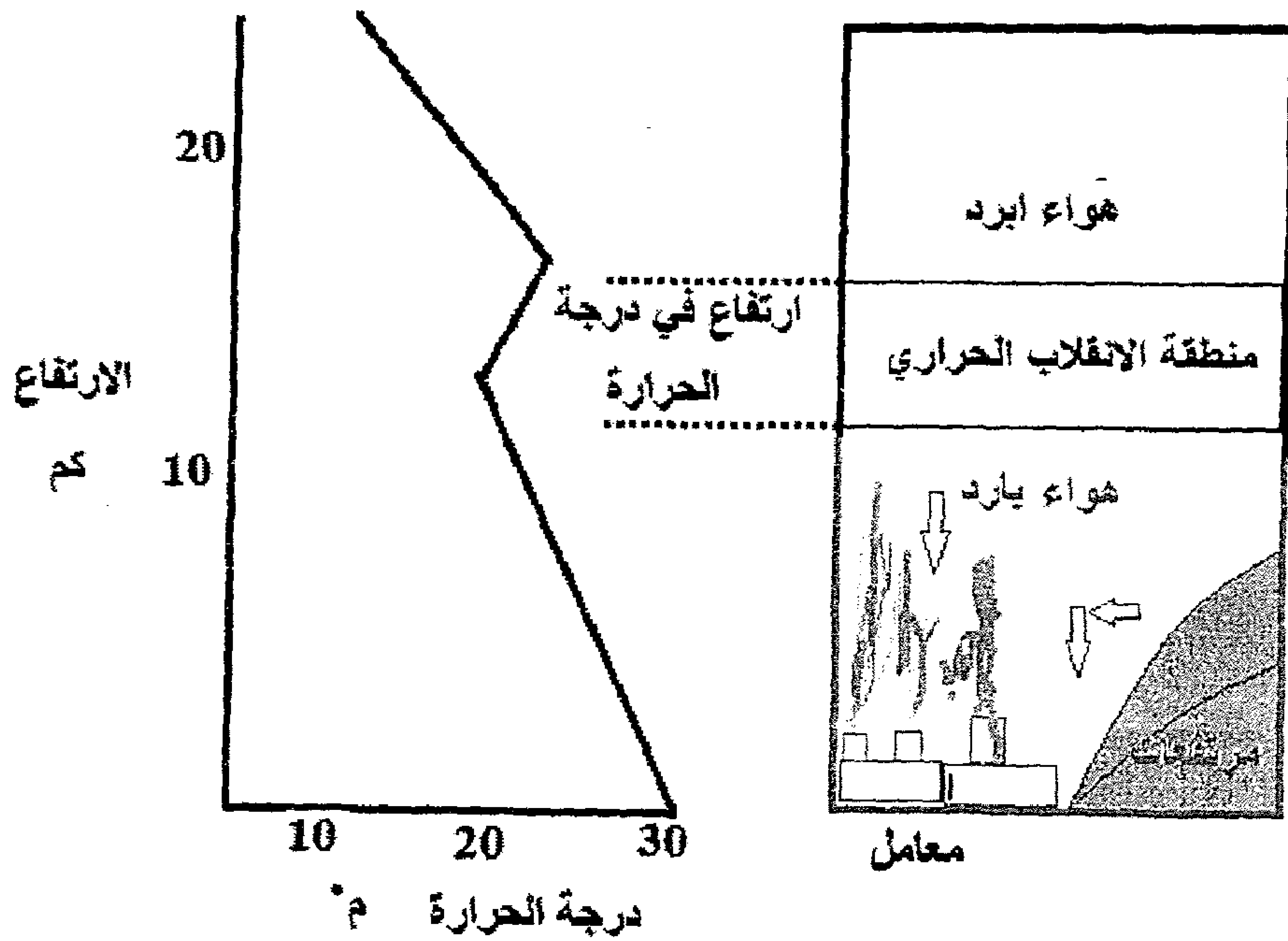
هذه الحالة يعتمد تصريف الملوثات عن طريق نشرها على اكبر مساحة من الارض على الحركة العمودية للهواء بالدرجة الاولى.

يتحكم التوزيع الحراري الطبيعي في منطقة التروبوسفير- أي الانخفاض التدريجي كلما زاد الارتفاع عن سطح الارض- في الحركة العمودية للهواء ويتم تصريف اكبر كمية من الملوثات في الظروف الطبيعية. ولتفسير الحالة في الظروف الطبيعية فان الهواء القريب من سطح الارض يكون ساخنا وخفيفا وعليه تكون كثافته قليلة ويرتفع إلى الاعلى ويحل محله هواء بارد من الطبقات العليا ذو الكثافة الاعلى ولذا ففي الظروف الطبيعية تنتشر الملوثات المحمولة مع الهواء الحار بفعل استمرارية الحركة العمودية وتتوزع على حجم كبير من الهواء وبذا تصبح مخففة جدا في الجو.

تحدث ظاهرة التدرج الحراري المقلوب بسبب عد من العوامل الجوية. وتتميز هذه الحالة ان الانخفاض التدريجي لدرجة الحرارة مع الارتفاع يتوقف عند ارتفاع معين وتبدأ درجة الحرارة بالازدياد وبعد عبور منطقة الانقلاب تبدا الحرارة بالانخفاض مرة ثانية. وعند ركود الهواء يحصل ثبوت مؤقت لهذه الطبقة الهوائية الحارة فوق منطقة هوائية ابرد منها ويؤدي ذلك إلى حدوث تعقيدات بيئية جسيمة بسبب عرقلة انتشار الملوثات. حيث ان الهواء الحار المحمل بالملوثات يرتد عند تقربه من منطقة الهواء الحارة (المقلوبة) وتكون النتيجة تضاعف تراكيز الملوثات بعد فترة قصيرة وهذا يؤدي إلى زيادة التأثير على الناس وبقية اشكال الحياة.

تكون الطبقة الهوائية الدافئة الراكدة (منطقة الانقلاب الحراري) في الوقت نفسه جافة وتحدث ظاهرة التدرج الحراري المقلوب عادة في جو صحو وهذا

يسمح لاكبر كمية من ضوء الشمس للوصول إلى منطقة تراكم الملوثات الهوائيـة القريبة من سطح الارض ومجال حياة الانسان وبذلك تتعقد المشاكل البيئية اكثـر نتيجة للتفاعلات الضـوئية المضـافة لـبعض الملوثـات الهوائيـة الحساسـة لضـوء الشـمس. وبـذا تنشـأ ملوثـات جديـدة لم تكـن موجـودة اصـلا مثـل الاوزون والهيدروكاربونات المؤكسدة وغيرها.

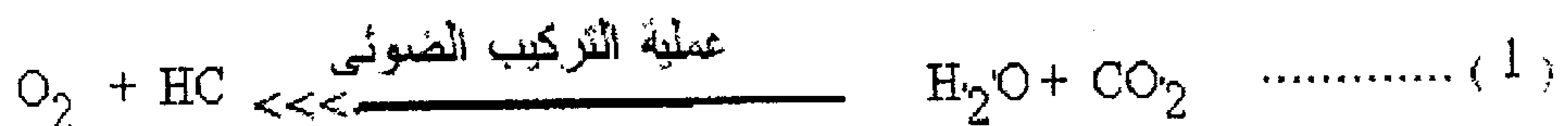


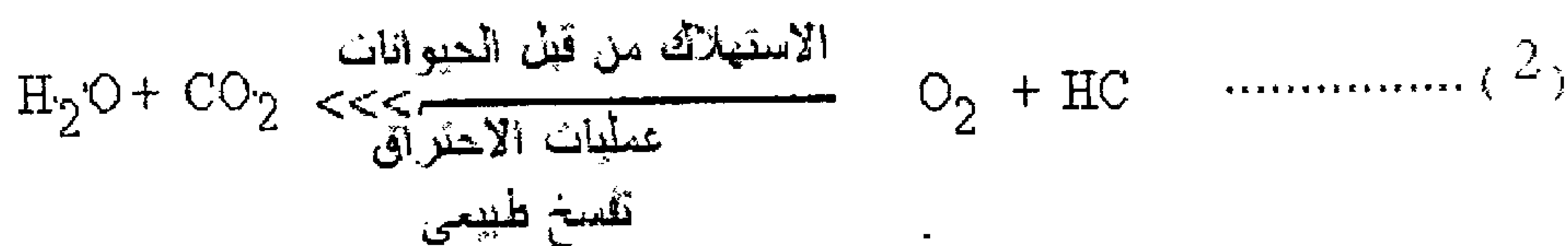
شكل (58) زيادة تركيز الملوثات الهوائية بفعل ظاهرة التدريج الحراري المقلوب.

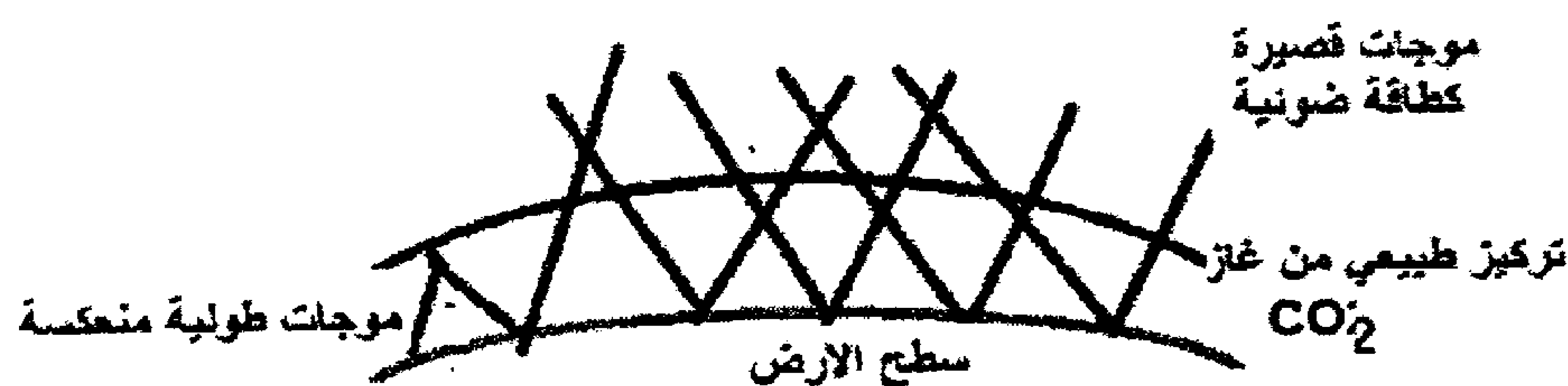
ظاهرة البيت الزجاجي Greenhouse phenomena

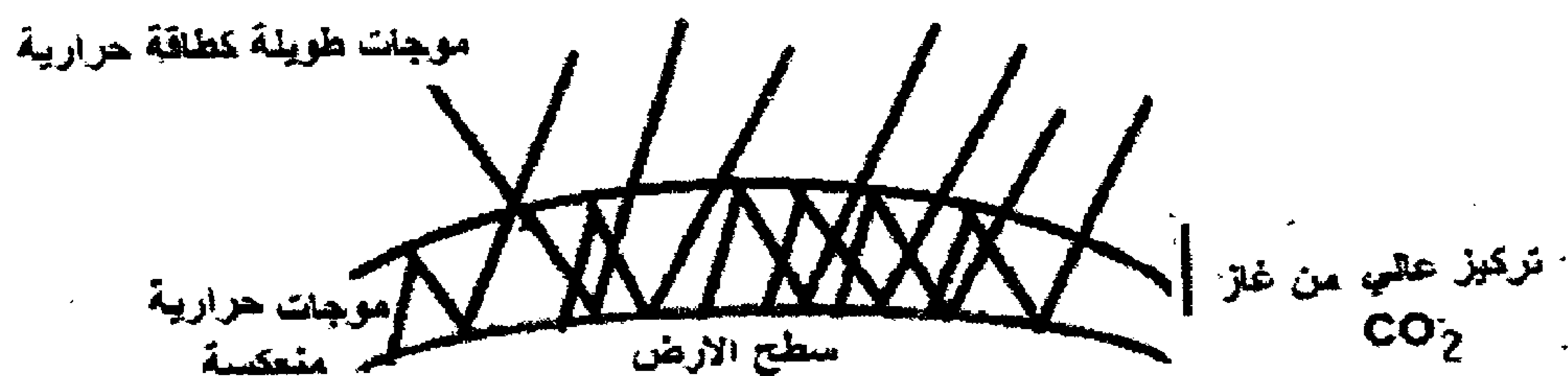
ان اسباب الاهتمام بهذه الظـاهرة تعـزى إلى الزيـادة المطـردة لغـاز ثـاني اوكسيد الكاربون (CO_2) في الجو بسبب فعاليات الانسـان وتهـدد هـذه الزيـادة باحداث تغيرات في معدل درجة حـرارة سـطح الارض ومـا سـيتبع ذلـك مـن تبدلات بيئية قد تغير التوازن الطبيعي السائد في عصرنا الحاضر.

لا يعد غاز CO_2 من ملوثات الهواء الخطرة، وهناك توازن ودورة طبيعية لهذا الغاز في عمليات استهلاكه ثم في عمليات ارجاعه إلى الجو بدون زيادة أو نقصان وهذه الدورة تتمثل بالمعادلتين الاتيتين:



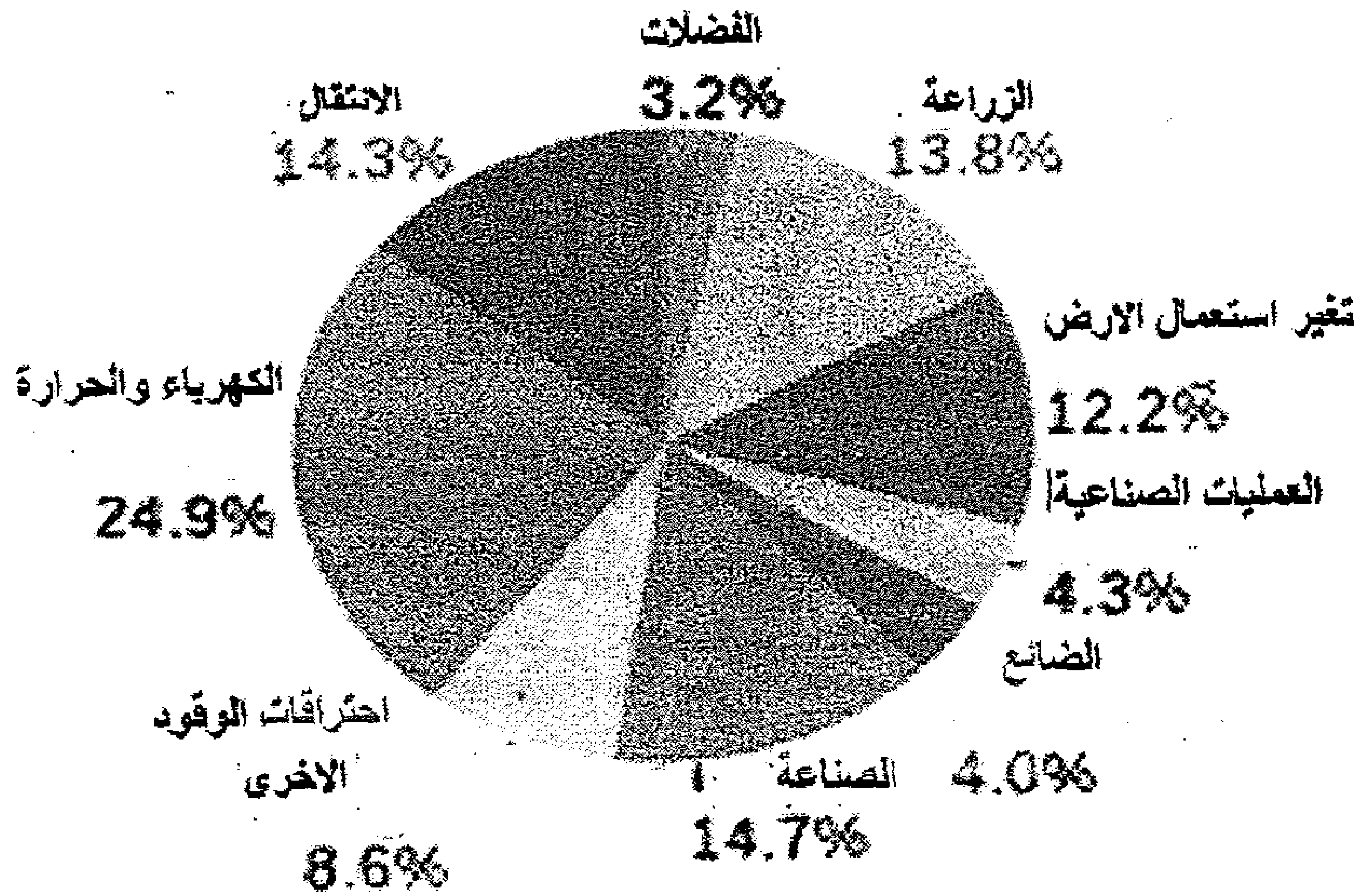




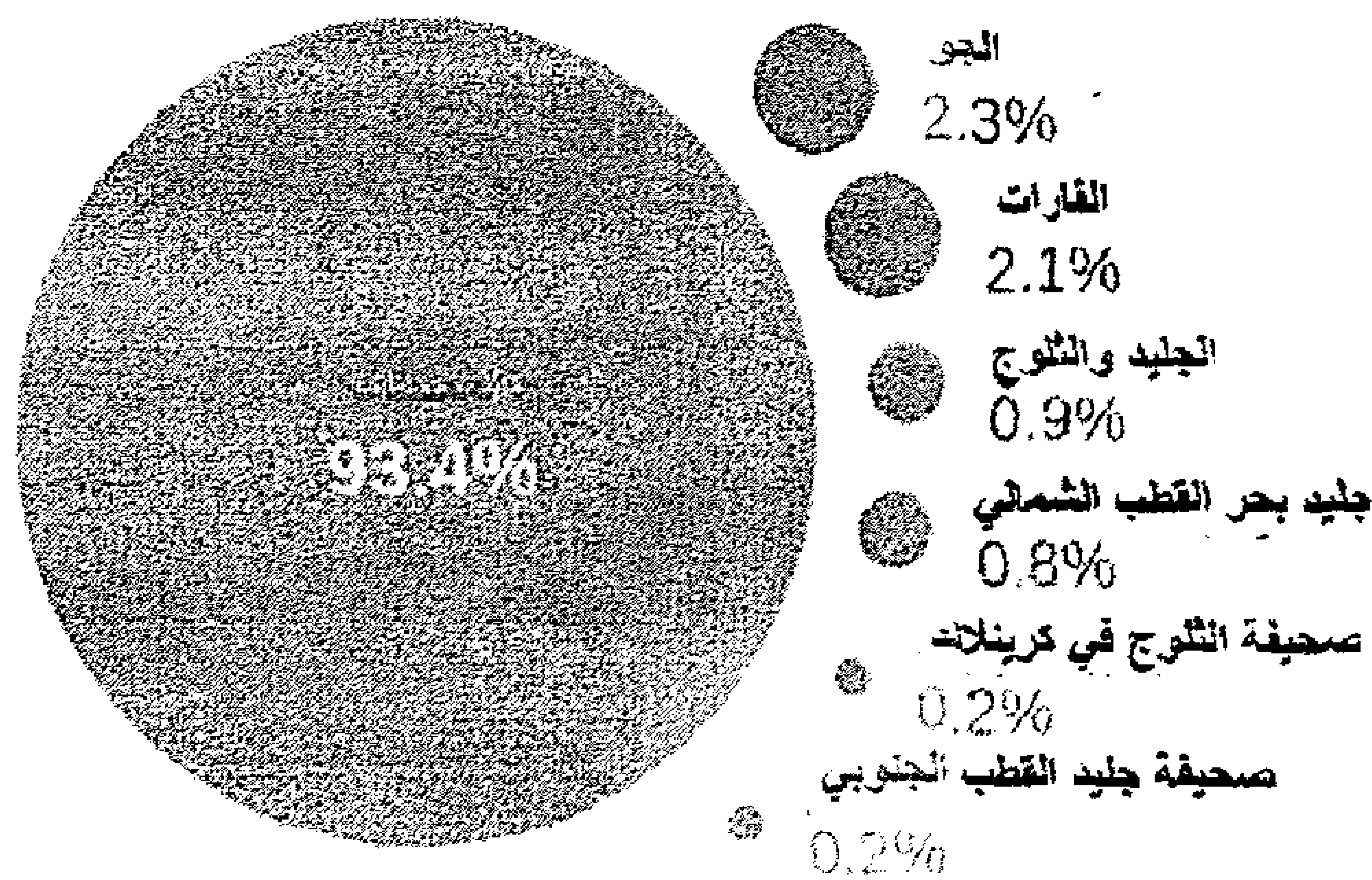


ظاهرة البيت الزجاجي

شكل (59) ظاهرة البيت الزجاجي



شكل (60) المعدل العلمي لغازات البيت الزجاجي عام 2005 بالمقياس الدائري معدلة بعد Wikipedia، the free encyclopedia



شكل (61) حركة التسخين العالمي معدلة بعد Wikipedia، the free encyclopedia

أي ان المعادلة الثانية معاكسة تماما للمعادلة الاولى ولا يوجد اية زيادة أو نقصان في كمية CO_2 وكان هذا التوازن يحدث قبل الثورة التكنولوجية التي تميز بها القرن الحالي، الا ان هذا التوازن قد اختل بسبب فعاليات الانسان الاتية:

1- ازالة الغابات الطبيعية في عمليات التوسع العمراني وبناء المدن وشق الطرق، وهذا ادى إلى تقليص قابلية الطبيعة في ازالة (استهلاك) غاز CO_2.

2- التوسع الكبير في عمليات حرق الوقود العضوي (الفحم الحجري والخشب والنفط والغاز والمواد الاخرى) ولا يخفى ان الاعتماد الاول لحضارتنا الحالية هو على هذه المصادر لتزويد الطاقة المطلوبة وقد ادى هذا إلى قذف بلايين الاطنان من CO_2 إلى الجو.

3- التوسع الهائل في استخدام العمليات الصناعية التي تقذف كميات كبيرة من غاز CO_2 إلى الجو مثل صناعات المواد الانشائية (السمنت والجص والطابوق... الخ) بسبب الحاجة إلى التوسع العمراني.

اهتم الانسان منذ اكثر من قرن من الزمن بموضوع زيادة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو واظهرت القياسات التي جرت في القرن الماضي (على الرغم من عدم الوثوق الكبير بدقتها) ان تركيز هذا الغاز كان (290) جزءا بالمليون وبعد قياسه بدقة اكبر في الوقت الحاضر ظهر ان التركيز قد ارتفع إلى (325) جزءا بالمليون وحديثا اهتمت هيئة الارصاد الجوية الامريكية بالموضوع وتم اجراء قياسات دقيقة في الفترة 1958 إلى 1972في منطقة جزر الهاواي في وسط المحيط الهادي- بعيدا عن المراكز الصناعية ومناطق فعاليات الانسان الكبيرة- اظهرت نتائج هذه القياسات زيادة سنوية في تركيز غاز CO_2 تقدر بـ(0.7) جزء بالمليون وقد عزي سبب الزيادة إلى التقليص المستمر في فعالية التركيب الضوئي للنباتات بسبب القضاء على الغابات والاحراش الطبيعية. ان

استمرار هذه الزيادة في تركيز غاز CO_2 في الجو من الممكن ان تقود إلى تعقيدات بيئية جديدة وحدوث ما يعرف بظاهرة البيت الزجاجي التي نحن بصددها الان.

ان الاشعاع الذي ينبعث من الشمس والذي يتكون من موجات عديدة مختلفة الطول ولا يصل الا جزء يسير منه إلى سطح الارض بسبب دور طبقة الاوزون في الجو التي تمتص بكفاءة عالية الاشعاع في مجال الاشعة فوق البنفسجية ويتم امتصاص الاشعة تحت الحمراء من قبل بخار الماء وغاز CO_2 في الجو وعليه لا يصل إلى سطح الارض الا الاشعاع المرئي بعد وصول الضوء المرئي إلى سطح الارض ينعكس حوالي ثلثه مرة أخرى إلى الجو ويتم امتصاص الثلثين الباقيين من قبل الصخور أو الهياكل السمنتية في المدن أو ما شابه ذلك وتنعكس هذه الطاقة الممتصة مرة أخرى إلى الجو وتكون في هذه المرة بشكل اشعة تحت الحمراء (غير مرئية). أي بشكل موجات حرارية وخاصة في الليل أو في الظل حيث تبرد هذه الصخور والهياكل وتفقد الطاقة التي امتصتها.

لا تستطيع الطاقة الحرارية المنبعثة من سطح الارض ومن التشكيلات والهياكل من صنع الانسان والتي تولدت من الطاقة المخزونة الممتصة اصلا من الاشعة المرئية. لا تستطيع هذه الطاقة من مغادرة جو الارض بكفاءة عالية عند وجود تراكيز عالية من غاز CO_2 في الجو بسبب قابلية هذا الغاز على امتصاص الاشعة تحت الحمراء التي تنتقل الحرارة بواسطتها.

ومن وجهة النظر هذه يمكن عد غاز CO_2 كمرشح للاشعة الشمسية وباتجاه واحد حيث يسمح للموجات المرئية باختراقه ولا يسمح للموجات في المجال تحت الضوء الاحمر المنبعثة من سطح الارض باختراقه بالاتجاه المعاكس وهذا بالنتيجة يؤدي إلى زيادة تدريجية في معدل درجة حرارة جو الارض.

سميت هذه الظاهرة بظاهرة البيت الزجاجي، لان رفع درجة الحرارة في البيوت الزجاجية المستعملة في التنمية النباتية كان السبب فيها يعزى إلى فعل الزجاج كمرشح باتجاه واحد. الا ان هذا التفسير بالنسبة للبيت الزجاجي الحقيقي اثبت خطاه وان السبب الحقيقي في ارتفاع درجة الحرارة داخل هذه البيوت يعود إلى عدم حدوث- أو إلى عرقلة- تيارات التبريد بواسطة الحمل.

اظهرت الحسابات خلال الخمسينيات من هذا القرن ان ارتفاعا في معدل درجة حرارة سطح الارض يقدر بـ3.6م يمكن ان يحدث عند زيادة تركيز غاز CO_2 في الجو إلى ضعف ما هو عليه الان. الا ان احدث الحسابات الدقيقة، وبعد الاخذ بنظر الاعتبار عوامل التبريد المضادة مثل تيارات التبريد وزيادة الرطوبة في الجو وزيادة الغيوم وزيادة الغبار، اثبتت ان الزيادة المتوقعة في درجة حرارة الارض عند مضاعفة تركيز غاز CO_2 تقدر بـ0.8 إلى 2.9م. اذا حدث زيادة فعلية في معدل درجة حرارة سطح الارض وبالمقادير المذكورة تورا يؤدي ذلك إلى ذوبان ملحوظ للثلوج على سطح الارض المتراكمة في الاقطاب والجبال والثلاجات وسيؤدي إلى انغمار مدن ساحلية عديدة في مختلف انحاء العالم.

حدث ارتفاع في درجة حرارة جو الارض في الفترة 1880 والى 1940 وبمقدار 0.6م ولكن بعد عام 1940 والى حد 1970 تقريبا انخفضت رجة حرارة جو الارض بحوالي 0.2م وقد صاحب هذا الانخفاض زيادة في الغيوم وزيادة في تركيز الغبار في الجو. تؤدي الزيادة في تركيز الغبار إلى انعكاس كمية ملحوظة من الاشعاع الشمسي إلى الفضاء قبل وصوله إلى سطح الارض وبهذا تسهم في تسبيب انخفاض اكثر في درجة حرارة الارض.

من المحتمل ان الزيادة في تركيز غاز CO_2 في الجو وما يسببه من ارتفاع في درجة الحرارة ستتم معادلة تأثيره بسبب الزيادة في تركيز الغبار في الجو ولكن من

الجهل ان نترك ذلك إلى الظروف، ولابد من اجراء الدراسات والقياسات المستمرة على هذه التوازنات الدقيقة لفهمها وللتحذير من المخاطر المتوقعة منها. لماذا لا يكون الاحتمال المضاد تماما هو سبب الخطورة والقلق وهو زيادة تركيز الغبار في الجو قد يعود إلى عصر جليدي جديد بدل الاختناق الحراري من ظاهرة البيت الزجاجي؟

ثالثا: طبقة الاوزون في الغلاف الجوي:

طبقة الاوزون عبارة عن غاز الاوكسجين ثلاثي الذرات O_3 وهو احد المكونات الطبيعية للهواء اذ تبلغ نسبته الحجمية (0.02) جزء بالمليون. وله القابلية على امتصاص الاطياف الموجية الاقصر من (300) نانومتر أو مليميكرون (الاشعة فوق البنفسجية) القادمة من الشمس. ورغم تركيز غاز الاوزون الضئيل لكنه يعد كافياً وضرورياً لحماية الكائنات الحية على سطح الكرة الارضية. ويتواجد هذا الغاز في أعلى طبقة الستراتوسفير واسفل طبقة الميزوسفير. ويبلغ اعلى تركيز لهذا الغاز (0.02) جزء بالمليون على ارتفاع (16-35)كم. ولقد ظهرت خلال عقد السبعينات من القرن العشرين ظواهر تثير القلق حول مصير هذه الطبقة وذلك ناجم عن مجموعة من النشاطات البشرية التي سببت اطلاق الإنسان لكميات كبيرة من الغازات الملوثة للغلاف الجوي. ومن بين هذه الملوثات كل من:

1. المركبات الكلورية العضوية مثل مبيدات DDT والكلوريدين والالدرين.
2. مركبات الكلوروفلوركاربونات المعروفة تجارياً باسم غاز الفريون المستعمل في اجهزة التكييف والثلاجات والمجمدات وفي قناني العطور والكولونيا المضغوطة.

3. وكذلك غاز احادي اوكسيد النتروجين الذي ينطلق من الطائرات النفاثة العملاقة ولاسيما طائرات النقل المدنية التي تفوق في سرعتها سرعة الصوت.

أن هذه الملوثات قد اسهمت في تلاشي طبقة الاوزون من خلال تفاعلات كيميائية متعددة تعمل على تحويل غاز الاوزون إلى الاوكسجين.

لقد تم اكتشاف وجود فجوة (ثقب pocket) في هذه الطبقة فوق القطب الجنوبي ومن ثم فوق القطب الشمالي وكان هذا الاكتشاف دق ناقوس الخطر للمهتمين بسلامة البيئة البشرية ومن بعدهم لعموم البشر. ولقد قدرت لجنة التنسيق التابعة لبرنامج الامم المتحدة للبيئة (UNEP) انه اذا استمر اطلاق كاربونات الكلور أو كاربونات الفلوركلورية بنسب عالية فإن ذلك سيؤدي إلى استنزاف طبقة الاوزون بنحو (10٪) في سنة (2050)م ان الزيادة المطردة وغير المنظمة لانتاج هذه المركبات مع عدم اكتراث شركات النقل العالمية لأهمية تلوث الهواء بالغازات المنطلقة من الطائرات الضخمة سيؤدي حتماً إلى إحداث اثار خطيرة لا تخص بلداً معيناً وإنما ستجعل البشرية كلها معرضة إلى مضار الاشعة فوق البنفسجية القاتل لخلايا النبات والحيوان، ثم الاخلال الشديد بالتوازن البيئي فضلاً عن المشاكل الصحية الناجمة عن هذه الحالة المتمثلة بزيادة نسبة الاصابة بالامراض السرطانية وخاصة سرطان الجلد.

رابعاً: التلوث الاشعاعي: Radiation Pollution

يعتبر الاشعاع ظاهرة طبيعية يحيط بالإنسان في كل مكان في حياته اليومية. وقد أدى نشاط الإنسان إلى زيادة تراكيزه في بعض المواقع أو بسبب حوادث عرضية أو مشاكل صناعية معينة أو سوء إدارة مما تؤدي إلى حالات تلوث خطيرة.

فالتسرب الإشعاعي خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية أو بسبب التجارب النووية أو النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الاصطناعية، أو بسبب القمامة الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيمياويات المعاملة اشعاعياً. حيث تصل هذه الاشعاعات إلى الارض ملوثة الهواء والماء والتربة والغذاء مما يؤدي إلى مخاطر مميتة وقاتلة للإنسان والكائنات الحية الاخرى، أو احداث تشوهات واختلالات في النظم الحيوية وحسب مستوى الجرعات الاشعاعية ونوعها.

يعرف التلوث الاشعاعي: بأنه انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية أو من النفايات المشعة، أو اي مصدر يستعمل في الاشعاع، بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للإشعاع بشكل مباشر أو غير مباشر خلال تركيزها في الهواء أو الماء أو التربة أو الغذاء.

الاستنتاجات Conclusions

إن عوامل المحيط تتضمن كل من عامل التربة والعوامل الطبيعية والمناخية التي تتضمن الطاقة الشمسية والغازات الموجودة في الهواء والمياه وعناصر المناخ كدرجة الحرارة والرطوبة والرياح وغيرها. توزع وتلاؤم الكائنات الحية (الحيوانات و النباتات والاحياء المجهرية) مع بيئاتها المحيطة وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. بيئة الكائن الحي تتضمن الشروط والخواص الفيزيائية التي تشكل مجموع العوامل المحلية الأحيائية كالطقس والجيولوجيا (طبيعة الأرض) وما تحتوي من تربة وماء

وهواء، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي (مقرها البيئي).

أن العالم الإحيائي هو غلاف غير كامل، ورقيق نسبيا يغطي معظم العالم ويمثل مجتمعات إحيائية مختلفة من بسيطة إلى معقدة ومن مائية إلى أرضية ومن استوائية إلى قطبية.

ونتيجة لتداخل عوامل عديدة في مقدمتها الانفجار السكاني الهائل وما رافقه من انشطة تنموية وتطور صناعي وزراعي لسد الحاجات المتزايدة لملايين البشر فضلاً عن استنزاف الموارد الطبيعية واستغلال اراضي الغابات والاراضي الزراعية في إنشاء المصانع والمعامل واستغلالها كذلك في إنشاء المباني السكنية وشق الطرق ومد خطوط المواصلات والاتصالات وغيرها. ولعل من أهم المشكلات التي تواجه إنسان العصر الحالي هي كيفية الحفاظ على التوازن البيئي الطبيعي في بيئته لأجل الحصول على مقومات حياته. وان الاحتلال بتوازن البيئة يغير معالمها وعواملها بشكل جذري وقد تكون النتيجة تحولها إلى بيئة غير صالحة لمعيشة الإنسان.

لقد كثرت التحذيرات خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين حول مصير الحياة على الكرة الارضية، كما وجهت انتقادات كثيرة إلى تدخلات الإنسان في التوازن البيئي الطبيعي. وقد تزايد القلق بسبب استخدام الإنسان للوسائل المؤثرة والناجمة من التطور الهائل للتكنولوجيا والصناعة، الامر الذي أوجد مستويات غير مألوفة من التدخل لم يسبقها مثيل، مما اصبح يهدد توازن الطبيعة فعلاً.

لقد نشطت الدول وشعوبها في بذل قصارى جهودها للحد من تفاقم

المشاكل التي تواجه البيئة ومنها مشكلة التلوث البيئي التي اصبحت تهدد كوكبنا الارضي ادراكاً منها ان مسؤولية مواجهة هذه المشكلة العالية واجب على الجميع حماية لهذا الكوكب من مخاطرها والسعي للحفاظ على بيئة سليمة وآمنة. وتمثلت جهود دول العالم في عقد المؤتمرات والندوات العلمية ودعم البحوث والدراسات والمؤلفات التي تساهم في الحد من أخطار التلوث عالمياً، فضلاً عن اتخاذ الاجراءات المناسبة ووضع التشريعات القانونية لحماية البيئة والمحافظة على التوازن الطبيعي

ان التلوث في كثير من البلدان الصناعية والعالية الكثافة السكانية يعتبر مشكلة عالمية لانتقال الملوثات وتاثيرها في تغير المناخ العالمي بصورة عامة اي ان بعض الدول وان كانت ذات تلوث قليل سوف تتاثر نتيجة لعبث الدول الاخرى الاكثر تلوثا. ومثال الدول الصناعية عالية التلوث مثل الصين. تزايدت المخاوف العالمية بشكل مطرد على مدى المشاكل البيئية المحفوفة بالمخاطر على نحو متزايد في الصين. نتيجة لازدهارها الأخير، ولا يبدو سوف لا تتحسن قبل أن تسوء.

ان الهواء متحرك وعند حركته لا يمكن تحديده جغرافياً في دولة واحدة حيث ان الغلاف الجوي للكرة الارضية يعتبر مشتركاً عالمياً تقوده حركة الكتل الهوائي المتغيرة. فالملوثات الغازية والملوثات الاشعاعية يمكن ان تنتقل من منطقة إلى أخرى.

ان ما يجري في الصين مشكلة عالمية. أصدرت وكالة ناسا دراسة خلصت بها ان حوالي 50٪ من تلوث الهواء الأمريكي أساسا من الرياح التي تهب من آسيا عبر المحيط الهادي.

ان ازالة الغطاء النباتي على الارض لأسباب عديدة ادى لتدهور النظام البيئي على اليابسة. إن الغطاء النباتي ذو أهمية حيوية للتربة فهو يحمي التربة ضد فعل سقوط قطرات المطر، يزيد من درجة غيض الماء في التربة، يحفظ خشونة سطح التربة، يقلل سرعة السيح السطحي، يربط التربة ميكانيكيا، يقلل من تغيرات مناخ الموقع في الطبقات العليا للتربة، ويحمي الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة. وايضا يحرر الاوكسجين ويستهلك ثاني اوكسيد الكاربون من خلال عملية البناء الضوئي.

وهناك العوالق النباتية في البحار والمحيطات المسؤولة عن حوالي 50 ٪ من البناء الضوئي على الأرض. وهذا يعني أنها بمثابة مستهلك كبير رئيسي لثاني أكسيد الكربون، وسحب هذا الغاز من الغلاف الجوي وخلق المادة العضوية وانبعاث الاوكسجين. وبهذه الطريقة أن حماية الغطاء النباتي وكثافة العوالق النباتية في البحار والمحيطات هو عامل.

ان ما يحدث في الدول النامية من تلوث مختلف والذي من نتائجه امراض خطرة ووفيات كثيرة هذه المشاكل لا تحرك هذه الدول للقيام بمسؤوليتها لوضع الحلول المناسب الانية والمستقبلية لحل هذه المشكلة. بالإضافة إلى ما تعانيه هذه الشعوب من دمار نتيجة للإرهاب الذي يفتك بأعداد كبيرة ليس بقليلة من الناس يوميا يضاف إلى ذلك الوفيات الناتجة عن التلوث والجوع.

وهذا يتطلب اتباع وسائل عديده للحد من تفاقم مخاطر التلوث وجميع العوامل التي تعيق وتسبب التدهور البيئي ويجب ان تحكم ذلك قوانين وتشريعات قوية وصارمة.

طرق الحد من تدهور البيئة

Methods used to stop environmentdegradation

للحد من تفاقم مخاطر التلوث يجب اتباع وسائل عديده ويجب ان تحكم بقوانين وتشريعات قوية وصارمة وادناه عدد من هذه الوسائل:

1. نشر الوعي لبيئي والتعريف بأهمية البيئة واثارها الصحية والجمالية وما تعكسه على وعي وثقافة المواطن.
2. دراسة اي من المصادر تبعث اكبر كمية من الملوثات في الهواء.
3. دراسة اي من المواد الملوثة يكون وجودها بأعلى كمية.
4. ما هي السرعة التي تتراكم فيها الملوثات ويزداد تركيزها.
5. ضرورة إصدار القوانين والتعليمات الخاصة بالهواء النقي وتحديد طرق تنقية الهواء من الشوائب الضارة وإلزام كافة المؤسسات الصناعية التقيد بها.
6. اختيار المواقع المنشآت الصناعية بعيداً عن المناطق السكانية.
7. تصميم المداخن الضخمة مع الاخذ بنظر الاعتبار الارتفاع المطلوب للمدخنة وسرعة قذف الملوثات من المدخنة، وسرعة واتجاه الرياح السائدة في المنطقة.
8. ضرورة إيجاد الطرق الفنية التي تقلل من نسبة خروج الشوائب إلى الجو خلال عملية الاحتراق.
9. معالجة النفايات الصناعية المختلفة قبل إطلاقها إلى البيئة.
10. ضرورة استخدام الوقود الصلب الذي لا يبعث الدخان عند احتراقه.
11. إيجاد طرق جديدة لإتمام الاحتراق الكامل لمواد الوقود بحيث لا تؤدي إلى بث شوائب عالقة تعتبر ملوثة للهواء.

12. وضع القيود الصارمة على إضافة نسبة الرصاص في البنـزين المستخدم في السيارات.

13. منع السيارات الـتي تستخدم وقوداً غير البنـزين مـن المرور في المنـاطق السكنية.

14. نشر الوعي البيئي الخاص بالتلوث بين الجماهير واشراكهم في عملية اتخـاذ القرارات حول الحد من التلوث.

15. تحديد مكانات وحاويـات لكـل نـوع النفايـات مثـال علـى ذلـك العلـب الزجاجية في حاويات معينة ومخلفات البطاريات في حاويات مختلفة.... الخ

16. مراقبة ومنع استخدام المواد السامة لصيد الاسماك وخاصة المبيدات لما لها من اضرار خطيرة

17. مراقبة ومنع رمي فضـلات المصـانع وخاصـة مصـانع الدباغـة والاصـباغ ومخلفات المستشفيات في الانهار التي تستخدم للري والاستخدامات البشـرية الاخرى

18. سن القوانين والتشريعات الصارمة التحـد مـن العبـث بالبيئـة مـثلا رمـي الفضلات الصناعية أو فضلات المستشفيات وغيرها مـن الفضـلات في غـير مكاناتها الخاصة

19. القيـام بأنشـاء انظمـة صـرف صـحي وقنـوات صـرف جيـدة وشـبكات لتصريف المياه الزائدة

20. ازالة مخلفات الحرب من اليات وتسوية الارض وزراعتهـا بقـدر المستطاع وعدم تركها مكشوفة للظرف البيئية المختلفة لغرض منع تدهورها وتملحها.

21. منع بيع المنتجات النفطية المنتشرة على الشوارع لما تسببه مـن تسـرب هـذه

المواد إلى التربة وبعد ذلك إلى الماء الارضي ولما تسببه في تلوث دقائق التربة التي تطاير بفعل الرياح ووسائط النقل وبالتالي تؤثر على الناس

22. الاهتمام بالمحافظة على الحدائق والمتنزهات وزراعة المناطق الخالية من النباتات ومنع قطع الاشجار والنباتات لما للنباتات من اهمية في تحسين الجو والمحافظة على التربة والبيئة بصورة عامة.

23. زراعة مصدات الرياح والاحزمة الخضراء حول المدن وكذلك تشجير جوانب الطرق بالاشجار المناسبة والتي تنمو بصورة جيدة وتقاوم الظروف البيئة الجافة ومثال على هذه الاشجار اليوكالبتوز والاثل وشوك الشام وغيرها من الاشجار التي ثبت ملائمتها لظرف بلدنا البيئية

24. استخدام المكافحة البايولوجية هي مجموعة من الطرق تستدعي استعمال كائنات حية في سبيل خفض نسبة الأضرار التي تسببها كائنات حية أخرى ضارة بالإنسان أو الحيوان أو المحاصيل.

25. استعمال الحشرات المفترسة والطيور وغيرها- استعمال الكائنات المتطفلة كالبكتريا والفيروسات والفطر- استعمال المواد الجاذبة أو الطاردة - تعقيم الحشرات الضارة (تعطيل الجهاز التناسلي)- استعمال الهرمونات (توضع الهرمونات لتجعل اليرقة تستمر في الانسلاخ وعدم الوصول إلى العذراء).

26. المحافظة على الماء من الملوثات من خلال تحلية المياه.

27. التقليل من كميات مياه الفضلات المناسبة إلى المسطحات المائية.

28. عدم إلقاء المياه الملوثة في الانهار قبل تنقيتها وتعقيمها.

29. ضرورة انشاء شبكات مياه المجاري الثقيلة في المناطق السكنية لكي تحول

دون تسـرب الميـاه الملوثـة بالبكتيريـا والطفيليـات والسـموم الكيمياويـة والفسفور والفضلات الاخرى إلى المياه الجاري.

30. إعـادة اسـتخدام الميـاه المسـتغلة في الصـناعة مـرة أخـرى بعـد معاملتهـا ومعالجتها بالطرق الحديثة.

31. ضرورة الحفاظ على التربة من الانجراف المائي، اذ ان ازدياد كمية الرواسب في النهر يزيد من نسبة الاملاح في المياه النهرية فضلاً عن ما تسببه من كدرة.

32. إنشاء محطات مركزية لتنقية مياه المجاري مزودة بمختبرات تعمل على فحص المياه الخارجة من المحطة قبل إرجاعها إلى المسطحات المائية.

33. ضرورة عمل دورة داخليـة للميـاه الصـناعية قبـل وصـولها إلى الانهـار أو البحيرات، ثم إتلاف المياه الملوثة جداً من خلال حقنهـا إلى اعمـاق سـحيقة داخل التربة.

34. منع إلقاء المياه الملوثة في البحيرات الراكدة والانهار والخزانات المائية.

35. تجنب إلقاء مياه مبازل الاراضي الزراعية نحو الانهار، أو معاملة مياه المبازل للتخلص من املاح الفوسفات والنترات.

36. العمل على زيادة الوعي البيئي لدى المـواطنين وبكافـة السـبل والوسـائل المتاحة وإصدار التعليمات والتشريعات الرادعة للحد من التلوث البيئي.

37. التقليل من كميات مياه الفضلات المناسبة إلى المسطحات المائية.

38. عدم إلقاء المياه الملوثة في الانهار قبل تنقيتها وتعقيمها.

39. ضرورة انشاء شبكات مياه المجاري الثقيلة في المناطق السـكنية لكـي تحـول دون تسـرب الميـاه الملوثـة بالبكتيريـا والطفيليـات والسـموم الكيمياويـة والفسفور والفضلات الاخرى إلى المياه الجاري.

40. إعادة استخدام المياه المستغلة في الصناعة مرة أخرى بعد معاملتها ومعالجتها بالطرق الحديثة.

41. ضرورة الحفاظ على التربة من الانجراف المائي، اذ ان ازدياد كمية الرواسب في النهر يزيد من نسبة الاملاح في المياه النهرية فضلاً عن ما تسببه من كدرة.

42. إنشاء محطات مركزية لتنقية مياه المجاري مزودة بمختبرات تعمل على فحص المياه الخارجة من المحطة قبل إرجاعها إلى المسطحات المائية.

43. ضرورة عمل دورة داخلية للمياه الصناعية قبل وصولها إلى الانهار أو البحيرات، ثم إتلاف المياه الملوثة جداً من خلال حقنها إلى اعماق سحيقة داخل التربة.

44. منع إلقاء المياه الملوثة في البحيرات الراكدة والانهار والخزانات المائية.

45. تجنب إلقاء مياه مبازل الاراضي الزراعية نحو الانهار، أو معاملة مياه المبازل للتخلص من املاح الفوسفات والنترات.

46. العمل على زيادة الوعي البيئي لدى المواطنين وبكافة السبل والوسائل المتاحة وإصدار التعليمات والتشريعات الرادعة للحد من التلوث البيئي.

47. **منح الحوافز البيئية**: يمكن الاستفادة من طموحات الإنسان ورغبته في تحقيق المكاسب المادية في حماية البيئة، وذلك عن طريق تقديم القروض الميسرة لتحول إلى تقنيات البيئية النظيفة

48. الالتزام ببرتكول كيوتو Kyoto Protocol لاختزال غازات البيت الزجاجي.

49. استخدام التحسس النائي Remote Sensing لدراسة التغيرات البيئية وكيفية معالجتها.

References المصادر

- Schroeder, Daniel V. (2000). *An introduction to thermal physics*. San Francisco, California: Addison-Wesley. pp. 305–7.ISBN 0-321-27779-1. "... this mechanism is called the*greenhouse effect*, even though most greenhouses depend primarily on a different mechanism (namely, limiting convective cooling)."
- Jacob, D. J. 1999. "Introduction to Atmospheric Chemistry.، Princeton University Press,. Chapter 7, "The Greenhouse Effect"". Acmg. seas. harvard. edu. Retrieved 2010-10-15.
- Mitchell, John F. B. (1989). "THE "GREENHOUSE" EFFECT AND CLIMATE CHANGE". *Reviews of Geophysics*(American Geophysical Union) 27 (1):115–139. Bibcode: 1989RvGeo..27..115M.doi: 10. 1029/ RG027i001 p00115. Retrieved 2008-03-23
- Hansen J. (February 2005). "A slippery slope: How much global warming constitutes "dangerous anthropogenic interference"?". *Climatic Change* 68 (333): 269–279.doi:10.1007/s10584-005-4135-0.
- McKay, C.; Pollack, J.; Courtin, R. (1991). "The greenhouse and antigreenhouse effects on Titan". *Science* 253:1118–21.doi: 10.1126/ science. 11538492. PMID 11538492. edit
- Kasting, James F. (1991). "Runaway and moist greenhouse atmospheres and the evolution of Earth and Venus.".*Planetary Sciences: American and Soviet Research/Proceedings from the U.S.-U.S.S.R. Workshop on Planetary Sciences*. Commission on Engineering and Technical Systems (CETS). pp. 234–245. Retrieved 2009.

- Rasool, I.; De Bergh, C.; De Bergh, C. (Jun 1970). "The Runaway Greenhouse and the Accumulation of CO_2 in the Venus Atmosphere". *Nature* 226 (5250):1037–1039. Bibcode:1970Natur.226.1037R. doi:10.1038/2261037a0.ISSN 0028-0836. PMID 16057644. Retrieved 02/25/2009.edit
- Jones, Phil. "CRU Information Sheet no. 1: Global Temperature Record". Climatic Research Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia. Retrieved 3 May 2011.
- World Meteorological Organization (2011). *WMO statement on the status of the global climate in 2010.* World Meteorological Organization (WMO).
- http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/jonescru/graphics/glnhsh.png
- Changnon, Stanley A.; Bell, Gerald D. (2000). *El Niño, 1997–1998: The Climate Event of the Century.* London: Oxford University Press. ISBN 0-19-513552-0.
- Knight, J.; Kenney, J.J.; Folland, C.; Harris, G.; Jones, G.S.; Palmer, M.; Parker, D.; Scaife, A. et al. (August 2009). "Do Global Temperature Trends Over the Last Decade Falsify Climate Predictions? [in "State of the Climate in 2008"]" (PDF).*Bull.Amer.Meteor.Soc.* 90 (8): S75–S79. Retrieved 13 August 2011.
- *Global temperature slowdown – not an end to climate change*. UK Met Office. Retrieved 20 March 2011.
- "NOAA National Climatic Data Center, State of the Climate: Global Analysis for Annual 2011". NOAA. 19 January 2012. Retrieved 31 January 2012.

الفصل العاشر

البيئة والاستشعار عن بعد

الفصل العاشر

البيئة والاستشعار عن بعد

- الاستشعار عن بعد
- مراحل الاستشعار عن بعد
- تطبيقات الاستشعار عن بعد
- كيف يستعمل الاستشعار عن بعد في الحقل
- تشخيص نقص العناصر والآفات والامراض على النباتات من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد
- المصطلحات
- المصادر

الفصل العاشر

البيئة والاستشعار عن بعد (التحسس النائي)

The environment and remote sensing

صور الاستشعار عن بعد مكنت من تصحيح كثير من المعلومات، وأعيد النظر في معظم الخرائط البيئية مثل المسوحات الجيولوجية والبايولوجية، ذلك لأن هذه الصور تعطي نظرة شمولية ودقيقة لوحدات وتراكيب جيولوجية والبيئية الاخرى، ذات امتداد كبير، وتعطي المؤشرات الأولية للإمكانات المعدنية والنفطية والغازية.وكل ما يخص البيئة

واليوم هناك أمثلة لا تحصى على نجاح هذه التقنية في التطبيقات، جرت خلال السنوات القليلة الماضية في وسط دولة المغرب حول الحديد والفوسفات، وفي كندا، وفرنسا، وأسبانيا، مصر، وغيرها.

يعرف الاستشعار عن بعد أو التحسس النائي بصورة عامة بأنه علم وفن يقوم برصد الأجسام من مسافات أي بدون تماس مباشر ويتضمن دراسة الصفات الفيزيائية للأشعة الضوئية المنعكسة أو المنبعثة من تلك الأجسام والمسجلة على الأفلام الفوتوغرافية. في كثير من الاستشعار عن بعد، وتنطوي العملية على التفاعل بين الإشعاع الحادث والأهداف. والتحسس النائي هو علم قديم حديث وهو من أكثر العلوم تطورا ويعتبر شاملا لمختلف العلوم التطبيقية والاختصاصات العلمية.

ان وسيلة الشم والسمع والبصر وسائل من وسائل الاستشعار عن بعد، فتعتبر العين هي إحدى أجهزة التقاط الصور والعقل هو جهاز المعالجة والتحليل. هذا العلم أصبح من الوسائل المهمة وخاصة مع بداية تطور آلة التصوير والأفلام ووسائل الطيران المختلفة ومع بداية عصر ارتياد الفضاء بدأ الاهتمام ينصب في استخدام الفضاء كمنصة والأقمار الاصطناعية كوسيلة لحمل ألآت التصوير وأجهزة الالتقاط لمراقبة الكرة الأرضية وجمع المعلومات عنها وتحليلها بواسطة الحاسبات الخاصة وبأجهزة المعالجة والتحليل لتكوين بيانات وصور يمكن الاستفادة منها في التطبيقات والمهمات المختلفة وبتحليل تلك القيم الرقمية على الحاسوب باستخدام برامج خاصة يمكن من الحصول على معلومات قيِّمة. زاد عدد الأقمار الاصطناعية في مجال الفضاء الخارجي وبالتالي زاد عدد المعلومات التي توفرها الأجهزة المحمولة على متن هذه الأقمار على سطح الأرض. استخدم لفظ التحسس النائي لأول مرة عام 1960 ورغم تنوع وتعدد التعريفات التي صاغها الباحثون لتعريف هذا العلم إلا إنها تتفق فيما بينها على وصفه عبارة عن التقنية التي تسعى إلى تجميع المعلومات على الاجسام والمظاهر الأرضية دون أن يكون هنالك اتصال فيزيائي مباشر بينه وبين جهاز التقاط المعلومات، مع تطور مفهوم التحسس النائي ظهرت ثلاث تعاريف مختلفة لهذه التقنية:

اولاً: يقصد بالتحسس النائي مجموع العمليات التي تسمح بالحصول على معلومات كمية عن جسم ما على سطح الأرض دون أن يكون هنالك اتصال فيزيائي مباشر بينه وبين جهاز التقاط المعلومات.(Sabins, Floyd F. 1987).

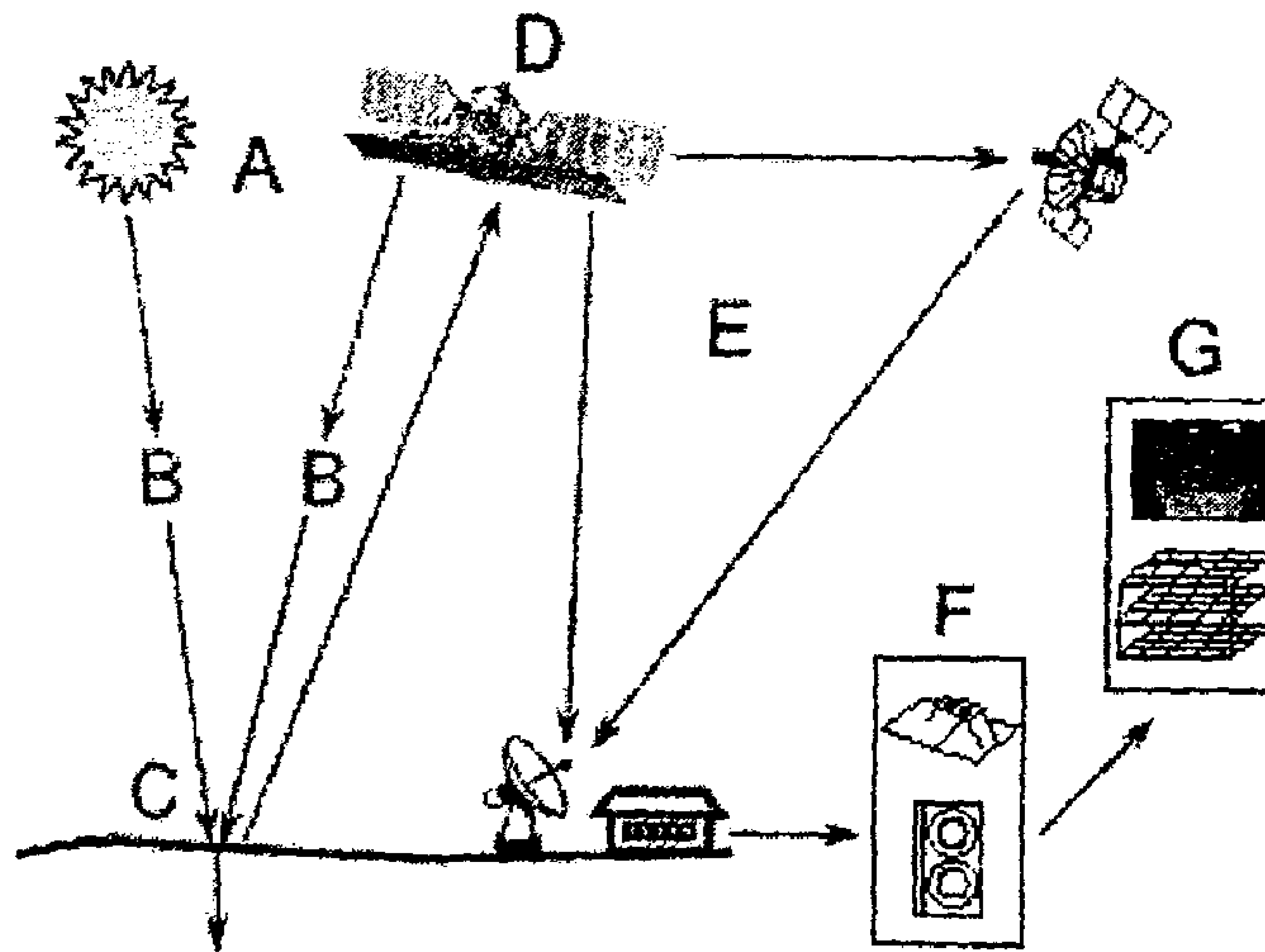
ثانيا: التحسس النائي هو ذلك العلم والفن الذي يستخدم خواص الموجات

الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من الاجسام الارضية للحصول على الصور والمعلومات الخاصة بالموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة التي يمكن تفسيرها لاستخراج معلومات مفيدة (Kolwell,1983).

ثالثا: يقصد بالتحسس النائي التأثير المشترك لاستخدام وسائل التحسس النائي الحديثة وأجهزة معالجة البيانات، نظرية الاتصالات، والتطبيق من ناحية أخرى. وذلك من اجل الحصول على مسح جوي وفضائي لسطح الأرض والتي تسمح لبعض العناصر المكونة لسطح الأرض عن طريق خواصها الطبيعية.

مراحل الاستشعار عن بعد Stage of Remote Sensing

عناصر عملية الاستشعار عن بعد يمكن توضيحها من البداية إلى النهاية كما مبين ادناه:



شكل (62) عناصر عملية الاستشعار

(Lillesand T. M. & Kiefer R. W. 2000)

1. مصدر الطاقة أو الإضاءة (A) -- الشرط الأول للاستشعار عن بعد هو أن تكـون مصـدرا للطاقـة الـتي تضـيء أو يـوفر الطاقـة الكهرومغناطيسـية إلى الهـدف. وعلـى اسـاس اسـتقلال مصـدر الطاقـة عـن الجس تكـون نظـم الاستشعار عن بعد اما فعالة Active وهي النظم التي تمتلك مصـدر خـاص للطاقة مثل الرادار أو نظم الاستشعار عـن بعـد غـير فعالـة Passive وهـي الـنظم الـتي الـذي تعتمـد علـى الشـمس (مصـدر خـارجي للطاقـة الكهرومغناطيسية).

2. الإشعاع والغـلاف الجـوي (B) -- مثـل الطاقـة تنتقـل مـن مصـدرها إلى الهدف، سوف تتصل وتتفاعل مع الجو المارة به. وهـذا التفاعـل قـد يحـدث للمرة الثانية حيث أن الطاقة تنتقل من هدف إلى الاستشـعار مـرة ثانيـة. اي يتفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي في طريقه مـن المصـدر إلى سـطح الارض والعكس مع الغلاف الجوي بحيث يؤثر على الاشـعاع عنـد سـطح الارض والجس.

3. التفاعل مع الهدف (C) -- مرة واحدة الطاقة طريقها إلى الهدف عن طريـق الجو، فإنها تتفاعل مع الهدف اعتمادا على خصائص الهدف والاشعاع علـى حد سواء. يختلف تفاعل الاشعاع مع مادة سطح الارض بأختلاف التركيب الكيميائي والفيزيائي والبايولوجي والظروف المحيطة

4. تسجيل الطاقة بواسطة الاستشعار (D) -- بعد أن تصل الطاقة المنبعثة من الهدف، في حالة استشعار (البعيد-- وليس على اتصال مع الهـدف) لجمـع وتسجيل الإشـعاع الكهرومغناطيسـي. يسـجل الاشـعاع الكهرومغناطيسـي المرتد عن سطح الارض.

5. الإرسال، الاستقبال، وتجهيز (E)-- الطاقة التي سجلتها أجهزة الاستشـعار

وإرسالها، وغالبا في شكل الكتروني، إلى محطة استقبال ومعالجة حيث تتم معالجة البيانات في صورة (ورقيا و/أو رقمية). تنقل قيم الاشعاع المرتد عن الارض والمسجلة بواسطة المجس إلى محطات الاستقبال الارضي.

6. تفسير وتحليل (F) -- يتم تفسير الصور المجهزة، بصريا و/أو رقميا أو إلكترونيا، لانتزاع معلومات حول الهدف الذي كان مضاء.

7. تطبيق (G) -- ويتحقق العنصر النهائي لعملية الاستشعار عن بعد عندما نطبق المعلومات التي لدينا تكن قادرة على استخراج الصور من حول الهدف من أجل فهم أفضل لذلك، تكشف عن بعض المعلومات الجديدة، أو مساعدة في حل معين المشكلة. يتم التفسير والتحليل بواسطة مختصين وبرمجيات حاسوب متخصصة.

هذه العناصر السبعة تشمل عملية الاستشعار عن بعد من البداية إلى النهاية. ان التحسس النائي هو سلسلة كاملة يتناول جميع العمليات من التقاط المعطيات Data Accusation وإلى النتائج التحليلية Data Analysis ويجرى تجميع المعطيات بواسطة أجهزة الالتقاط (متحسسات وكواشف).

وتشكل المعلومات المسجلة والمرتبطة بالطاقة الكهرومغناطيسية التي يتلقاها المتحسس ما يسمى بالبيان أو المرئية Image. المرئية مرتبطة بانتشار الموجات الكهرومغناطيسية عبر الأوساط المخترقة وبنوعية وحالة الهدف المرسل لهذه الموجات التي يمكن أن تتوقف طاقتها أو ترددها على عدة ظواهر مثل (الانعكاس، الطاقة المستقبلة، الامتصاص، الحيود،....الخ) وفي شروط محددة تماما وبما يسمى بمنحني الانعكاس الطيفي للهدف Spectral Reflectance profile والذي هو توزيع الطاقة لتي بعثها الهدف تبعا لطول الموجة.

إن هـدف معالجـة البيانـات الرقميـة Digital image processing هـو استخراج المعلومات المتعلقة بموضـوع معـين منهـا وتقـديمها علـى شـكل قابـل للاستعمال. وتأتي مرحلة التفسير على نوعين همـا طريقـة التفسـير التصـويري البصري وطريقة المعالجة الرقمية، حيث تعتمـد الأولى علـى قـدرة المحلـل وقـوة استنباطه بينما تشمل الطريقة الثانية استعمال الحاسـبات للحصـول علـى نتـائج أكثر دقة. وتـأتي مرحلـة دمـج المعطيـات للبيانـات الفضـائية بـنظم المعلومـات الجغرافية والتي هي عبارة عن تقنية قائمة على اسـتخدام تكنولوجيـا الحاسـوب كأداة تطبيقية تمكن المستخدم من إدخال، تخزين، معالجة البيانات والحصول على نتائج نهائية على هيئة رسومات بيانية وخرائط بالإضـافة إلى الصـور والجـداول والتقارير الإحصائية.

المميزات الأساسية لمعطيات التحسس النائي

يمكن ان نلخص أهم المميزات الأساسية:

1- تحسـين جهـة نظـر Improved Vantage point تغطـي المرئيـات الفضـائية مناطق واسعة من سـطح الأرض بمـا يـوفر إمكانيـة للاستكشـاف والمقارنـة والتعـرف علـى المعـالم الأرضـية والغطـاء النبـاتي والوحـدات التكوينيـة الإقليمية.

2- قابليـة وقـف الحـدث Capability to stop Action تختلـف معطيـات التحسس النائي عن العين البشرية بأنها توقف الحدث في عـالم متحـرك لهـذا تفيد في دراسـة الظـواهر الديناميكيـة المتحركـة مثـل الفيضـانات، الحرائـق، الزلازل، البراكين وغيرها ومقارنتها مع ذلك قبل وقوعه.

3- ديمومة التسجيل Permanent Recording الصور الجوية هـي مـن الناحيـة

العلمية سجلات دائمة لأحداث وقعت ويمكن بواسطة الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض وفق مدار ثابت الأبعاد وبشكل متزامن مع دوران الأرض حول الشمس من الحصول على مرئيات متكررة لنفس المناطق وبفترات زمنية متساوية وبهذا يمكن دراسة التغيرات التي تحدثها الطبيعة أو يد الإنسان على سطح الأرض ومتابعة تطورها ثم التأثير على مجراها وتوجهها في المنحني الايجابي المطلوب.

4- اتساع مجال الحساسية الطيفية Broadened Spectral Sensitivity يمكن لفلم التصوير الجوي أن يرى ويسجل مجالا من طول الموجة ضمن الطيف الكهرومغناطيسي أوسع بنحو مرتين من المجال الذي ترى فيه العين البشرية. وفي التصوير الفضائي سيكون مجال الاتساع أوسع بكثير.

5- زيادة قوة التمييز المكانية ودقة الأبعاد Increased Spatial Resolution and Geometric Fidelity إن الانتقاء الصحيح لآلة التصوير ونوع الفلم ومتغيرات الطيران تمكن من تسجيل تفاصيل مكانية بالغة الدقة على الصور الفوتوغرافية والمرئيات الفضائية أكثر مما تراه العين المجردة. إلى جانب أن البيانات للأقمار الاصطناعية هي الأدق في قوة التمييز المكانية ونقل المعلومة الرقمية وحسب نوعية المتحسس المستخدم أثناء عملية المسح.

6- توفير الوقت والجهد Reduced time and Effort تبقى التكاليف والجهود متواضعة نسبيا فيما إذا ما قورنت مع كثافة المعلومات المتوفرة المتعددة الأطياف إلى جانب توفير الوقت والجهد، الآن أصبحت مرئية فضائية واحدة مقدارها 34.000كم^2.

تطبيقات الاستشعار عن بعد Remote Sensing application

للاستشعار عن بعد Remote Sensing العديد من التطبيقات سؤاء تطبيقات منها التطبيقات المدنية وسوف نتناول في هذا الموضوع التطبيقات التي تخص البيئة.

حصر الموارد الطبيعية

صور الاستشعار عن بعد مكنت من تصحيح كثير من المعلومات، وأعيد النظر في معظم الخرائط الجيولوجية، ذلك لأن هذه الصور تعطي نظرة شمولية ودقيقة لوحدات وتراكيب جيولوجية، ذات امتداد كبير، وتعطي المؤشرات الأولية للإمكانات المعدنية والنفطية والغازية .

واليوم هناك أمثلة لا تحصى على نجاح هذه التقنية في التطبيقات، جرت خلال السنوات القليلة الماضية في وسط دولة المغرب حول الحديد والفوسفات، وفي كندا، وفرنسا، وأسبانيا، مصر، وغيرها.

حصر مصادر النفط والغاز

أصبحت شركات النفط العالمية تعتمد بشكل، شبه رئيس، على استقراء الصور لتحديد مواقع التنقيب عن النفط والغاز، بعد أن كانت تعتمد على التصوير الجوي التقليدي، الذي يستنفذ كثيرا من الوقت والتكاليف، فبينما تستطيع هذه الشركات اليوم استخدام صورة فضائية تغطي على الأرض مساحة 34 ألف كم^2، فإنها تحتاج إلى ألف وستمائة صورة جوية لتغطية المساحة نفسها، وبتكاليف باهظة، وبدقة متواضعة، رغم المقياس الكبير لهذه الصور.

وتشير الصور الفضائية إلى مناطق المعادن والنفط والغاز في الأحواض الرسوبية والفوالق وغيرها، مما يسهل توجيه أعمال التنقيب التفصيلي،

والوصول إلى النتائج بفترات قياسية، وقد نجح تطبيق هذه التقنية في بورما، والفلبين، وكينيا، ومصر.

حصر مصادر المياه الجوفية

ويمكن بواسطة تحليل الصور الفضائية والمؤشرات التي تظهرها تحديد مواقع المياه الجوفية، ودراسة مصادر المياه السطحية، وتوجيه استغلالها بجدوى كبيرة، وكذلك دراسة تراكمات الثلوج ومدى تأثيرها على تغذية المياه الجوفية. وقد اكتشفت بهذه الوسائل وديان غنية بالمياه في البحر وغرب النيل وفي السودان، ووضعت على أساس ذلك خرائط مهمة لاستخدامات الأراضي.

أعمال المساحة

أدى التطور التكنولوجي الحديثة للاستشعار عن بعد، والمعالجة الإلكترونية للبيانات إلى تغيير ثوري في أعمال المساحة، التي جعلت الخرائط الجديدة أكثر قدرة على فهم العالم. وربما أكثر قدرة على إدارته، فالخرائط تسعى إلى تبسيط العالم إلى مقاييس تسمح للإنسان بفهمه.

وجدير بالذكر أن الصور الفضائية يتم الحصول عليها من ارتفاعات أكثر مئات المرات من تلك الارتفاعات التي تطير عليها طائرات المساحة، ومن الواضح أنها فتحت آفاقا جديدة وخاصة للمساحة ذات المقياس الصغير.

وما كان يمثل مشكلة في التصوير الجوي لرسم الخرائط، كغطاء السحب في حالة الطقس السيئ، تم إخضاعه لأنظمة وأجهزة استشعارية حديثة، لا تتأثر بالسحب بتاتاً. ففي البرازيل، مثلاً، كانت نتيجة عمل ست سنوات متواصلة من جمع الصور الجوية لرسم الخرائط لمنطقة شاسعة، إنتاج تغطية مقبولة لنصف المساحة المرغوبة والمطلوبة فقط، بينما أنتجت التحليقات الحديثة التي استخدمت

الرادار ذي الرؤية الجانبية، تغطية كل المنطقة المطلوبة، وبشكل بالغ السرعة. وبمقارنة الخرائط الموجودة، التي تجاوزتها الأحداث بسنين عديدة، بالصور التي التقطها رواد الفضاء، تمكن علماء الخرائط بسهولة من تمييز الجبال، التي لم تكن محددة بالخرائط السابقة في بعض المناطق، وكذلك البحيرات المرسومة في أماكن خطأ على الخريطة، والخطوط المحددة لقيعان البحيرات القديمة. ومن هذه الصور يمكن وضع خرائط حديثة للمناطق المدروسة.

وفي علم الخرائط، يراد للخارطة الموضوعية أن تخدم غرضا محدداً، على النقيض من الخارطة العامة، التي تظهر عليها مجموعة متسعة من الظواهر في آن واحد. والموضوع المحدد قد يكون التربة، أو توزيع الغطاء الخضري، أو الغطاء الثلجي، أو الصدوع الجيولوجية، أو أنماط استخدام الأرض. وكل هذه تمثل أدوات صناعة رسم الخرائط بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد. وفي السبعينيات، أجرت البرازيل، بمعونة الأمريكيين، مسحاً لحوض نهر الأمازون، الذي كان مسحه في السابق ضعيفاً، والذي يشكل نصف مساحة البرازيل، وذلك باستخدام الرادار المحمول جواً. ولقد تم اكتشاف نهر، كان غير مخطط في السابق، يتجاوز طوله عدة مئات من الكيلومترات، كما أن منطقة كانت تعد غابة قومية، تبين أنها منطقة سافانا.

وفي عام 1982 استكمل المسح الجيولوجي أول قاعدة للمعلومات الخرائطية الرقمية، وهي مجموعة أشرطة مغناطيسية قياسية للحاسب، تحتوي على الخطوط والحدود والطرق والسكك الحديدية والأنهار والجداول، وغيرها من الملامح الخرائطية للولايات المتحدة كلها.

التطبيقات الزراعية

يستخدم الزراعيون تطبيقات عديدة للاستشعار عن بعد، مثل الكشف

المبكر لإصابات المزروعات ولغارات الحشرات على المناطق الزراعية، من خلال استعمال أنظمة متعددة للاستشعار، سيخفض من الخسائر الناتجة عن ذلك، بواسطة إتاحة الفرصة للفعل العلاجي كي يطبق بشكل أسرع وبفاعلية أكبر. والقاعدة المتبعة عادة لمنع إصابة النباتات، أو لخفض تخريب المحاصيل التي تنتقيها الحشرات الضارة، هي رش المحاصيل دوريا، عدة مرات خلال الموسم. وبواسطة الاستشعار عن بعد يمكن أن يتم تجنب الرش، غير الضروري، في المناطق ذات الزراعات الكثيفة، وذلك بتحديد الحقول، غير المصابة، بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد، القادرة على كشف وتمييز الحقول المصابة عن الحقول السليمة.

استخدام التصوير الجوي من الطائرات في التطبيقات الزراعية

على الرغم من أن بعض التفصيلات قد لا تكون ممكنة في لقطات وصور الأقمار الصناعية هذه بسبب المقياس الصغير، فإن التصوير الجوي من الطائرات، على ارتفاعات مختلفة، يمكن أن يستخدم ليعين بدقة البقاع المتعذرة الرؤية، حالما يؤشر من الفضاء عن وجود الإصابة. وكذلك، فإن التنبؤ المسبق عن حالة الغلال والمحاصيل، من خلال مراقبة نشاط النبات هو هدف آخر من أهداف الاستشعار عن بعد.

وتساعد صور الحقول الزراعية على إرشاد الفلاحين إلى الأمكنة التي تزدهر فيها المحاصيل، وتلك التي لا تتلاءم معها. فمثل تلك الصور يمكنها مساعدة الفلاحين على تصور أنماط التربة في حقول معينة، ومن ثم تحسين استراتيجياتهم حول أمكنة الري والتسميد وتوقيتهما ومقاديرهما المناسبة.

من أهم تطبيقات الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات، بوصفها عنصراً مكملاً مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض. ويبلغ مجموع المساحات المائية على الأرض حوالي 139.294 مليون ميل مربع، بينما تقدر مساحة اليابسة بحوالي 57.656 مليون ميل مربع .

وتتمثل هذه المساحة المائية بالمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار. ولكن مياه المحيطات والبحار تكون حوالي 98٪ من مجموع ما على الأرض من ماء، وهي مياه مالحة، تصل نسبة الملوحة فيها إلى 3.5٪، وتتكون غالبا من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وغيرها.

وحركة المياه في البحار والمحيطات تؤثر تأثيراً بالغاً في مناخ كوكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة الهائلة من المياه مع اليابسة، (الصورة الرقم 12). وتنقل الحركة الكبيرة للمياه الحارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج.

قام فريق بحثي من ثلاث دول عربية هي مصر وتونس والمغرب، بإستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد للتعرف على الخصائص البيئية لبحيرات تقع في هذه الدول على سواحل البحر الأبيض المتوسط، ورصد التغيرات البيئية الحادثة لهذه البحيرات خلال فترة تتجاوز ثلاثة عقود، تمتد بين 1972-2004.

فمن المتوقع، أن التدخلات البشرية وتأثير التغير المناخي العالمي وارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن الواحد والعشرين، سوف تهدد بشكل متزايد هذه البحيرات الساحلية على شواطئ البحر المتوسط.

ونتائج هذه الدراسة تُظهر أن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد جنبا

إلى جنب مع المسح الميداني للموقع يمكن أن يقدم نهجا ملائما لتقييم الوضع البيئي لهذه البحيرات والكشف عن التغيرات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية فيها، وتوزيع النباتات المائية الأصلية والناشئة، وتشمل العوالق النباتية والنباتات المغمورة والتنوع البيولوجي ونوعية المياه. وتأثير ذلك على مصايد الأسماك ونسب الترسبات الطميية، وغيرها..

ان استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد له الكثير من الايجابيات في مثل هذه الدراسات، للبيئة، الزراعة، التصحر، المياه،... وغيرها. فهو يوفر تغطية مكانية للموقع قيد الدراسة ويوفر امكانية لدراسة التطور التاريخي للظاهرة من خلال توافر الصور على مدى فترات زمنية متتالية.

ففي هذه الدراسة مثلا، فإن الحجم الكبير نسبيا للبحيرات والظروف البيئية مثل ضحالة المياه في بعض الأماكن فيها تسبب صعوبة الوصول اليها لعمل مسوحات أرضية ميدانية بسهولة وبشكل متكرر، بالاضافة إلى ظروف المد و الجزر والأحوال الجوية الأخرى..، وهذا يجعل استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد أكثر فعالية وملائمة وأقل تكلفة من البرامج الميدانية. بالاضافة إلى أنه يمكن اجراء دراسات وافية لهذه المناطق ومقارنة الصور للبحيرة وتوزيع النباتات المائية والهامشية فيها على مدى فترات زمنية طويلة نسبيا، وهذا يتيح امكانية رسم الخرائط ورصد التغيرات في خصائص الموقع بما في ذلك المناظر الطبيعية.

ويستخدم الاستشعار عن بعد في دراسة البيئة المائية (البحار والمحيطات)

شكل(63) صورةِ ناسا/ مركز جودارد للطيران الفضائي دراسة عمق التلوث الجزيئي المنظور مايس 2003 دراسة ناساNASA باحثون َاستغلّوا تحسيناتِ في قابلياتِ محسّسِ القمر الصناعي يَعْرضونَ التخمينَ أساسةَ مقياسَ

الأولَ لكميةِ التلوثِ مِنْ نيرانِ الغابةِ الآسيويةِ شرقاً، وإنتاج صناعي الذي يَشُـقُّ طريقه إلى غرب أمريكا الشمالية.



شكل(63) صورةِ ناسا/ مركز جودارد للطيران الفضائي دراسة عمق التلوث.

ويمكن استخدام هذه المعلومات في دراسة إمكانات البحار والمحيطات مـن مختلف الموارد الطبيعية، التي تحتاجها البشرية في الوقت الحالي، مع التزايد المطرد في عدد السكان، وما يقابله من تناقص في الثروات الطبيعية على الأرض اليابسة.

دراسة النباتات الغازية(Invasive species study)

تعد النباتات الغازية (Invasive species) من المشاكل المؤرقة في أي نظـام بيئي. لذلك من المهم إتباع طرق مراقبة منهجية لدراسة انتشار الأنواع الغازية في النظم البيئية المختلفة.

وتظهر النباتات الغازية نتيجة تغير الظروف المناخية وهي الأنواع التي تكون دخيلة عن البيئة وتتنافس مع الأنواع الأصلية على الموارد الطبيعية. وتنتشر هذه الأنواع حول العالم وبخاصة في الأجسام المائية البحيرات والأنهار وغيرها. ومن هنا تأتي أهمية الاستشعار عن بعد كوسيلة لدراسة الظروف الإيكولوجية على المدى البعيد. ولم تكن هذه التقنية متبعة حتى منتصف تسعينات القرن الماضي. ومن طرق التحليل المتبعة استخدام نطاقي الأشعة الحمراء و تحت الحمراء عن طريق مؤشر (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index) وهو يعطي مؤشرا عن طبيعة الغطاء النباتي، ومؤشر (EVI) (Enhanced vegetation index) وهو أيضا يستخدم في تحديد طبيعة حالة نمو النباتات. ومن التقنيات الحديثة المستخدمة للحصول على المعلومات هي دمج البيانات التي يمنحها أكثر من مجس كل منهم له مواصفاته الخاصة. وقد استخدمت هذه الطريقة في أبحاث (Walsh) أثناء دراسة بعض النباتات.

وفي هذا البحث تم دمج البيانات من كل من مجس (Quick Bird) عالي الدقة مع مجس (Hyperion) الذي يحمله القمر الصناعي (EO-1) ومن ثم معالجة البيانات عن طريق تقنيات التصنيف مثل (Maximum likelihood classification).

أما بالنسبة لتقنية (LiDAR) تستخدم لقياس المسافة بين المجس والهدف عن طريق حساب الزمن الذي يستغرقه الشعاع (ممكن أن يكون شعاع ليزر) ليعود إلى مصدره بعد إطلاقه نحو الهدف. ويمكن لهذه الطريقة أن تستخدم في تقدير التركيب ثلاثي الأبعاد للنباتات. ولكنها طريقة غير دقيقة لتحديد النباتات الغازية لأنه قد يحدث خلط بينها وبين النباتات الأصلية في البيئة.

التقنيات المختلفة والمؤشرات مثل (NDVI) تفيد في استخلاص المعلومات من أجل مساعدة صانعي القرار في اتخاذ القرار المناسب استعمال الاستشعار عن بعد في دراسة حالة التصحر.

امكانيات استخدام وسائل وتقنيات الاستشعار عن بعد في تحديد وتقيم حالات التدهور في الغطاء النباتي بالاعتماد على دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) Normalized Differentes Vegetation Index (NDVI). أي باستخدام طريقة التكسير في تحليل صور القمر الصناعي Landsat وباستخدام نظام معين حيث تلتقط صور في اوقات مختلفة من السنة وبقنوات مختلفة (Band 1 ،3 ،2 ،and 7) وتدرس الدلائل النباتية من خلال حساب القيم الانعكاسية الطيفية عند اطوال موجية مختلفة وتلاحظ العلاقة بين المعلومات المدروسة والطول الموجي للاشعة.

من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد يعرف تدهور الأراضي حسب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف بأنه ما يحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة من انخفاض أو فقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي لأراضي المحاصيل البعلية والمروية وأراضي المراعي والغابات نتيجة لاستخدامات الأراضي أو نتيجة لعملية ما أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية ويساهم عامل الجفاف في تسارع عمليات تدهور الأراضي.

وتستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة حركة الكثبان الرملية وزحف الصحراء ورصد وتقييم التصحر وتدهور الأراضي وإعداد خرائطها بهدف تحديد أسبابها ومدى انتشارها وقياس شدتها وتسليط الضوء على

المخاطر التي يمكن أن تنجم عن الإدارة غير الملائمة لموارد الأراضي بغية الوصول إلى أسس صحيحة لمقاومة التصحر وتدهور الأراضي والمتصحرة.

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة عمليات التصحر وتدهور الأراضي تملك أهمية كبيرة حيث توفر الصور الفضائية والجوية التغطية الكاملة والشاملة والدائمة للاراضي المتدهورة والمتصحرة مما يساعد على مراقبة التغيرات الطارئة على مناطق المراقبة كما تمكن من مراقبة المناطقة النائية والوعرة والتي يصعب الوصول إليها وخلال زمن قصير وجهد قليل.

امكانيات استخدام وسائل وتقنيات الاستشعار عن بعد في تحديد وتقيم حالات التدهور في الغطاء النباتي بالاعتماد على دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (Normalized Differentes Vegetation Index (NDVI. أي باستخدام طريقة التكسير في تحليل صور القمر الصناعي Landsat وباستخدام نظام معين حيث تلتقط صور في اوقات مختلفة من السنة وبقنوات مختلفة (Band 1 ،3 ،2 ،and 7) وتدرس الدلائل النباتية من خلال حساب القيم الانعكاسية الطيفية عند اطوال موجية مختلفة وتلاحظ العلاقة بين المعلومات المدروسة والطول الموجي للاشعة.

كيف يستعمل الاستشعار عن بعد في الحقل كيف يستعمل الاستشعار عن بعد في المزرعة الاستشعار عن بعد يمكن استعمالها للتعرف علي اعرض نقص العناصر الغذائية في النباتات ونقص المياه والفائض من الماء، وجود الأدغال، وكذلك إضرار الحشرات، إضرار الرياح وإضرار البرد والإنتاج النباتي.

المعلومات من الاستشعار عن بعد يمكن إن تستعمل كخرائط أساسية

لمختلف تطبيقات الأسمدة والمبيدات. المعلومات من صور الاستشعار تساعد المزارعين لمعاملة الجزء المصاب من الحقل فقط. المشاكل في الحقل تشخص من بعد قبل معالجتها.

رانجرس Ranchers استعمل الاستشعار عن بعد لتشخيص بداية إضرار الرعي في المساعدات ذات الرعي الجائر أو المساحات المبتلات بأدغال ضارة. مؤسسات ومعاهد الإقراض تستخدم بيانات الاستشعار عن بعد للتقييم النسبي للأراضي مقارنة أرشيف من الصور مع الحقول المجاورة.

الطيف الكهرومغناطيسي The Electromagnetic Spectrum

القواعد الأساسية للاستشعار عن بعد مع الأقمار الاصطناعية أو الطائرات تشابه الملاحظات البصرية. الطاقة على شكل أمواج ضوئية تنتقل من الشمس إلى الأرض. الأمواج الضوئية تنتقل بصورته مشابه الانتقال الأمواج خلال البحيرة. المسافة بين قمة موجة إلى قمة الموجة القادمة هي طول الموجة wavelength. الطاقة من ضوء الشمس تدعى electromagnetic spectrum.

طول الموجات wavelength يستخدم في معظم تطبيق التحسس النائي في الزراعة وتغطي فقط منطقة صغيرة من الطيف الكهرومغناطيسي.

أطوال الموجات تقاس بالميكرومتر micrometers (µm) أو النانومتر (nanometers nm). كل µm يساوي 0.0000393 انج ويساوي 1000 nm النطاق المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي يتراوح من 400 إلى 700 nm. اللون الاخضر مرتبط بشدة بالنبات له طول موجي متمركز قريبا من 500 nm.

يمكن يوضح طرق تطبيق الاستشعار عن بعد في عمليات المراقبة الزراعيةِ بما يلي:

1. الشمس تبعث طاقة كهرومغناطيسية إلى النباتات
2. جزء من الطاقة الكهرومغناطيسية تنتقل خلال الأوراق.
3. المحسسات في القمر الصناعي تُكتشفُ الطاقةُ المنعكسةُ
4. نقل البيانات إلى محطة أرضية
5. تحليل البيانات
6. تعَرضَ البيانات على خرائطِ الحقل.

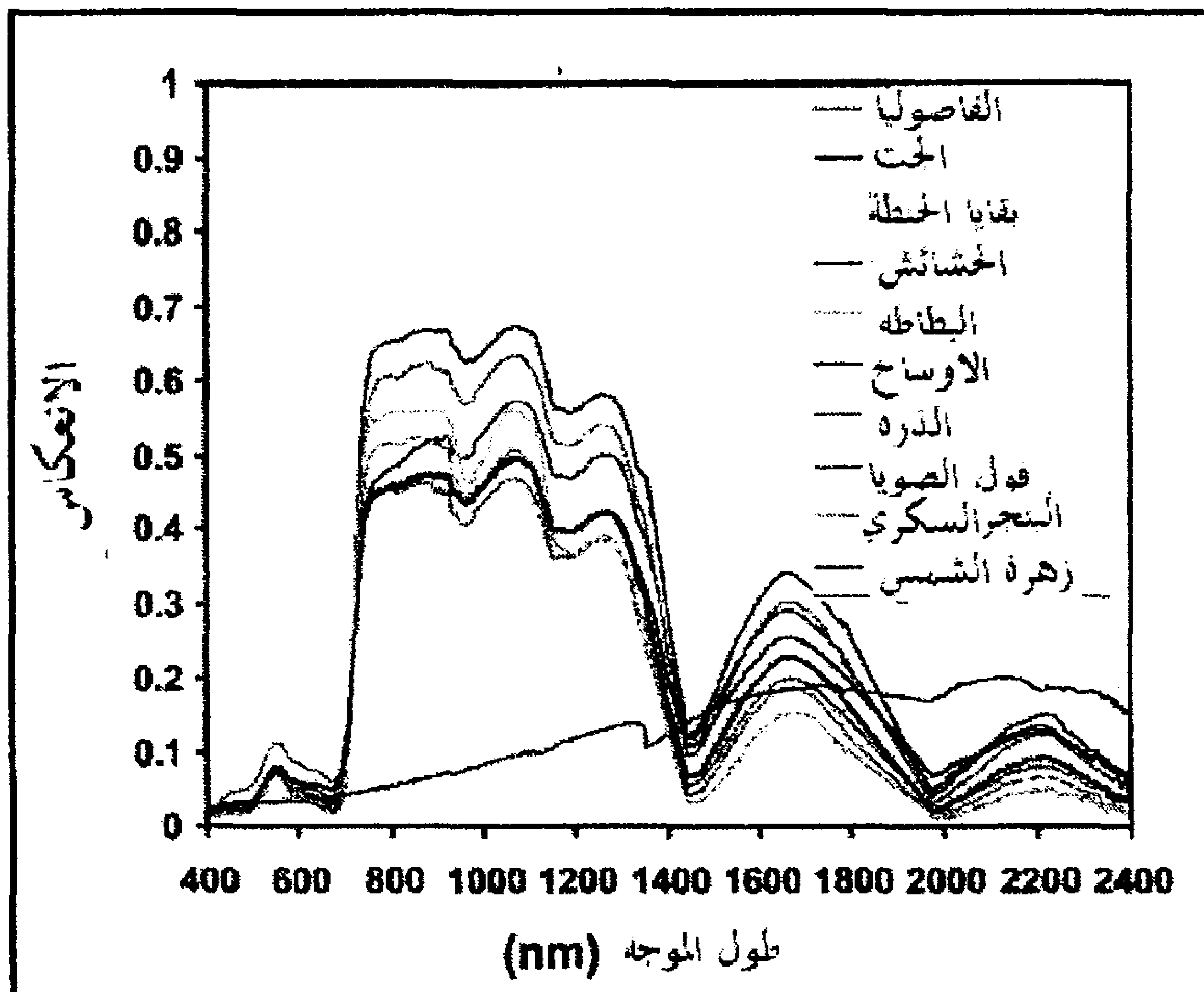
أطوال موجات أطول من تلك الموجودة في النطاق المرئي صعودا إلى حوالي 25 μm موجودة في النطاق أو المنطقة تحت الحمراء infrared region. المنطقة تحت الحمراء infrared region القريبة من النطاق المرئي هي منطقة التحت الحمراء القريبة (NIR) كلا المنطقتين المرئية والتحت الحمراء تستخدم التحسس النائي الزراعي.

الطاقة الكهرومغناطيسية والنباتات

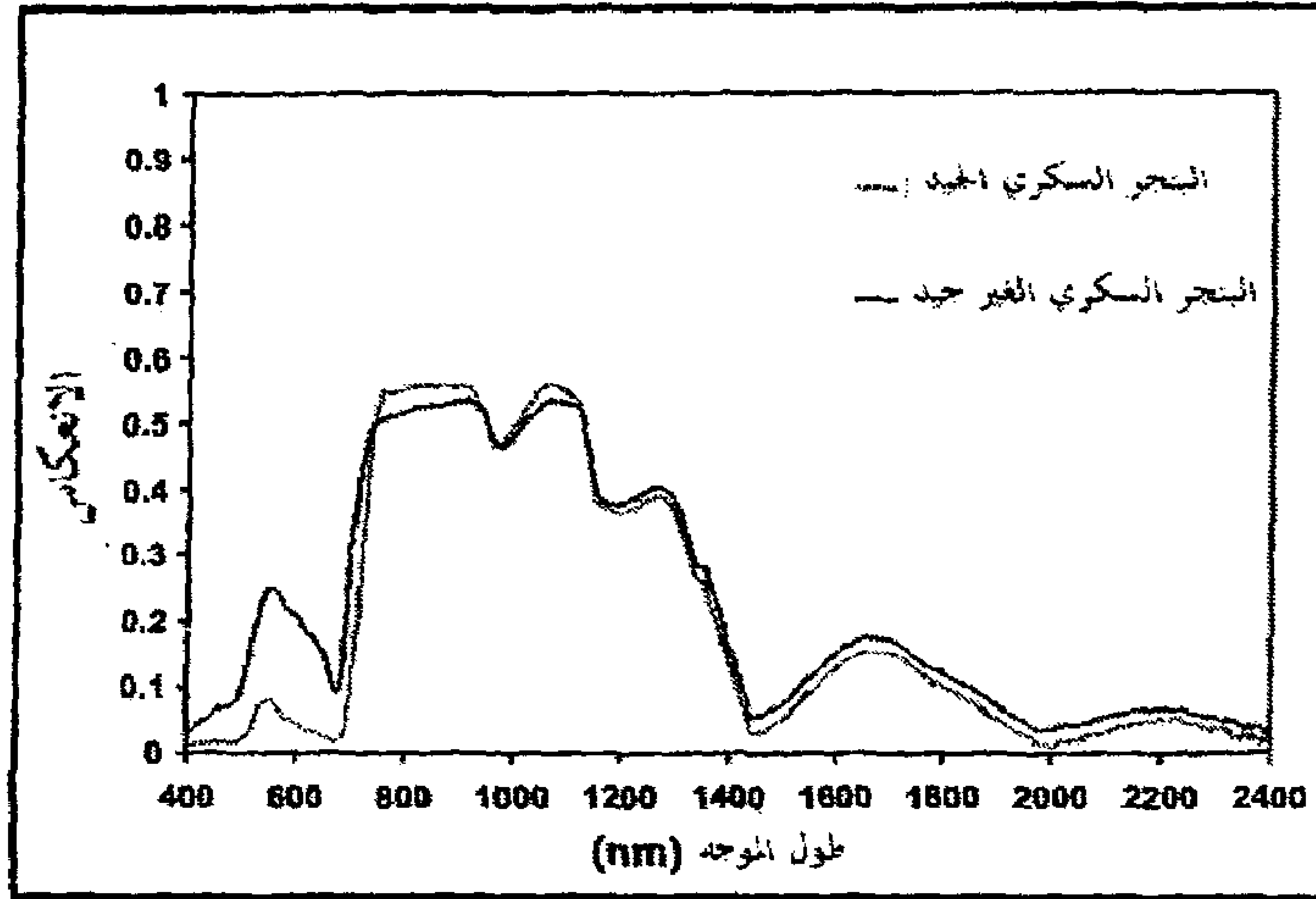
Electromagnetic Energy and Plants

عندما تصدر الطاقة الكهرومغناطيسية من الشمس تصدم بالنباتات، ثلاث أشياء تحدث. تعتمد على الطول ألموجي للطاقة والخواص للنبات المفرد، الطاقة سوف تنعكس، تمتص أو تنتقل. الطاقة المنعكسة والتي لا تميز بالعين كلون اخضر هو لون النبات. النبات يبدو اخضر بسبب الكلوروفيل في النباتات والذي يمتص طاقة كبيرة من طول الموجات المرئية ويعكس اللون الأخضر. وضوء الشمس الذي لانعكس أو يمتص ينقل خلال الأوراق إلى الأرض.

لتداخل بين طاقة الانعكـاس والامتصـاص والانتقـال يمكـن إن تكتشـف بواسطة الاستشعار عـن بعـد. الاخـتلاف في لـون الأوراق والنسـيج والشـكل وحتى بطريقة اتصال الأوراق بالنباتات، تعين مدى الطاقـة المنعكسـة، الممتصـة، والمنتقلة.العلاقة بين الطاقة المنعكسة والممتصـة والمنتقلـة تسـتخدم لـتعين توقيـع النباتات المنفردة. التواقيع الطيفية قوية لأنواع النبات.التحسس النائي يسـتعمل لتعين المساحات المجهدة في الحقول بتوضيح النباتات الغير صحية. توقيع الطيـف للنباتات المجهدة يظهر مختلفا عن تلك الصحيحة.



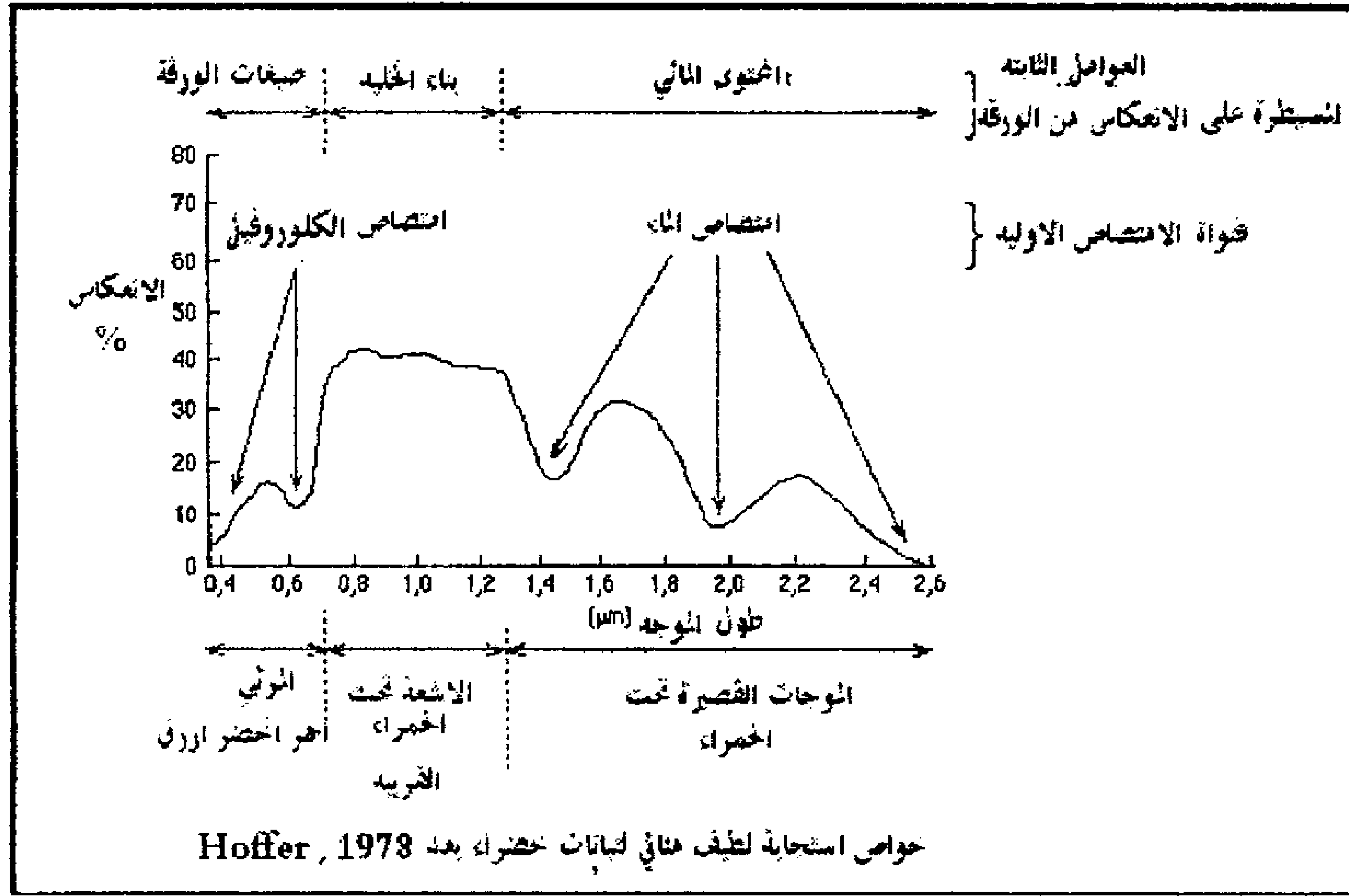
شكل (64) التواقيع الطيفية للمحاصيل والتربة



شكل (65) يقارن التواقيع الطيفية لنبات البنجر السكري الغير المصاب والصحي. بعد (Kyllo، 2003)

البنجر السكري الغير صحي أو المجهد له قيم انعكاس عالية في النطاق أو المنطقة المرئية للطيف من 400 الى700 nm. هذا النموذج معكوس للبنجر السكري في مدى النطاق الغير مرئي حوالى750 إلى 1200 nm. النموذج المرئي يعاد في مدى الانعكاس الأعلى حوالي 1300 إلى 2400 nm. تفسير قيم الانعكاس لأطوال الموجات المختلفة للطاقة يمكن إن تستعمل كمساعد لتوضيح صحة المحصول.مقارنة قيم الانعكاس لأطوال الموجات تدعى الدليل الخضري vegetative index، وغالبا مايستعمل لتعين قوة النبات plant vigor. الدليل الخضري الشائع دليل الاختلاف الزراعيِ المُطبَّعِ (NDVI).

NDVI يقارن قيم الانعكاس لنطاق للأحمر وNIR للطيف الكهرومغناطيسي. قيمت NDVI لكل منطقة في الصورة يساعد على التعرف على المساحات ذات المستويات المختلفة من قوة النبات في الحقول.



شكل (66) مقارنة قيم الانعكاس لأطوال الموجات تدعى الدليل الخضري vegetative index، وغالبا مايستعمل لتعين قوة النبات plant vigor. الدليل الخضري الشائع دليل الاختلاف الزراعي المُطبّع(NDVI)

مؤشر الغطاء النباتي

(NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index)

يحسب مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) من الجـزء المرئـي المـنعكس (VIS) من 0.4-0.7 مايكرون ومن الاشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) من 0.7- 1.1 مايكرون كما مبين في المعادلة التالية:

$$NDVI = (NIR - VIS)/(NIR + VIS).$$

الغطاء النباتي الجيد الكثيف لهـو قـيم عاليـة مـن NDVI مقارنـة الغطـاء النباتي الغير جيد المتناثر الذي له قيم اقل. ان قيم مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) تتراوح بين 1- و1 ويختلف باقل من 0 إلى 1 القيم المبينة في الشكل (65) تمثل قيم حقيقية ولكن الغطاء الخضـري يختلـف كـثيرا. واي جهـاز يقـيس الجـزء المرئـي

(NIR) near infrared المنعكس والاشعة تحت الحمراء القريبة (visible VIS) يمكن استخدامه ليعطي قيم وغالبا NDVI يحسب من القياسات المأخوذه من الاقمار الصناعية NOAA's AVHRR اوNASA's MODIS وLandsat ولكن يمكن حسابه من الموقع بقياسات الإشعاع.

مثال محلول لمؤشر الغطاء النباتي (NDVI) من معلومات المبينة على الشكل اعلاه.

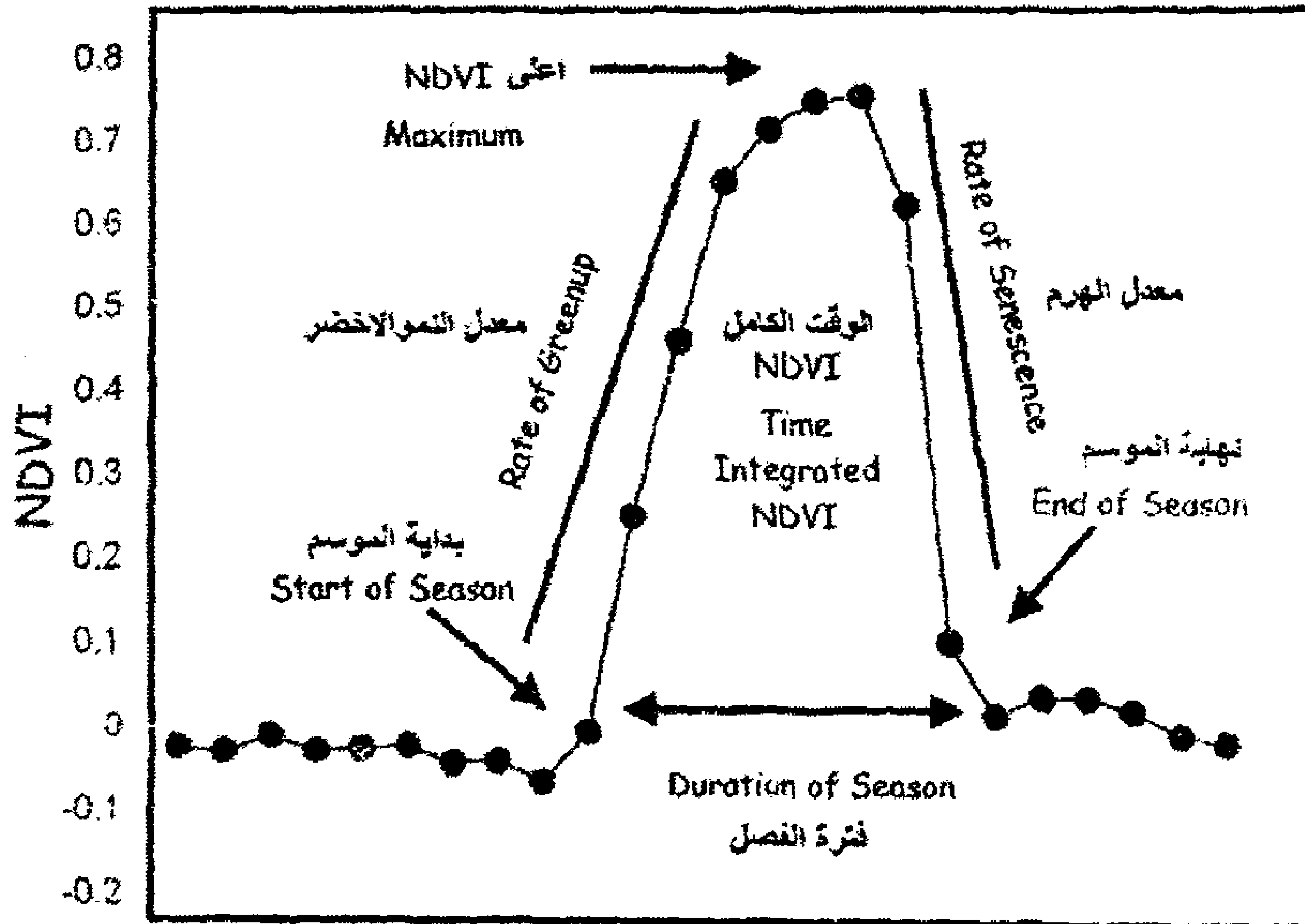
NDVI = (NIR−VIS)/(NIR + VIS)

NDVI =(0.50- 0.08)/=(0.50+ 0.08) =0.72

هذه القيمة (0.72) تدل على ان الغطاء النباتي صحي وكثيف

NDVI =(0.40- 0.30)/=(0.40+ 0.30) =0.14

هذه القيمة (0، 14) تدل على ان الغطاء النباتي غير صحي أو متناثر



شكل (67) NDVI المقاييس الفيزيولوجية معدل من Dr. Kirsten M. de Beurs.

جدول (13). العناصر الغذائية المهمة للنباتات مع علامات النقص.

العنصر	علامات النقص
Nitrogen(N)	تُصبحُ أوراقُ النباتِ خضراءَ شاحباً ومصفرَّ في
Phosphorous(P)	المراحلِ المبكّرةِ والأصفرِ الأكثرِ برتقاليـة أو حمـراء في المراحلِ التاليةِ
Potassium(K)	لون أوراق النباتِ تُصبحُ خضـراء مزرقـة في المراحلِ المبكّرةِ وأكثر أرجواني في المراحلِ المتأخّرةِ
Sulfur(S)	تُصبحُ صفائح tips ورقةِ النباتِ بنية.
Boron(B)	الأوراق الأحدث خضراء مصفّرة شاحبة. أوراق النباتات العليا تُصبحُ حمراء مصفّرة في أغلب الأحيان.

العوامل التي تُؤثّرُ على الانعكاس من التربةِ Reflectance:

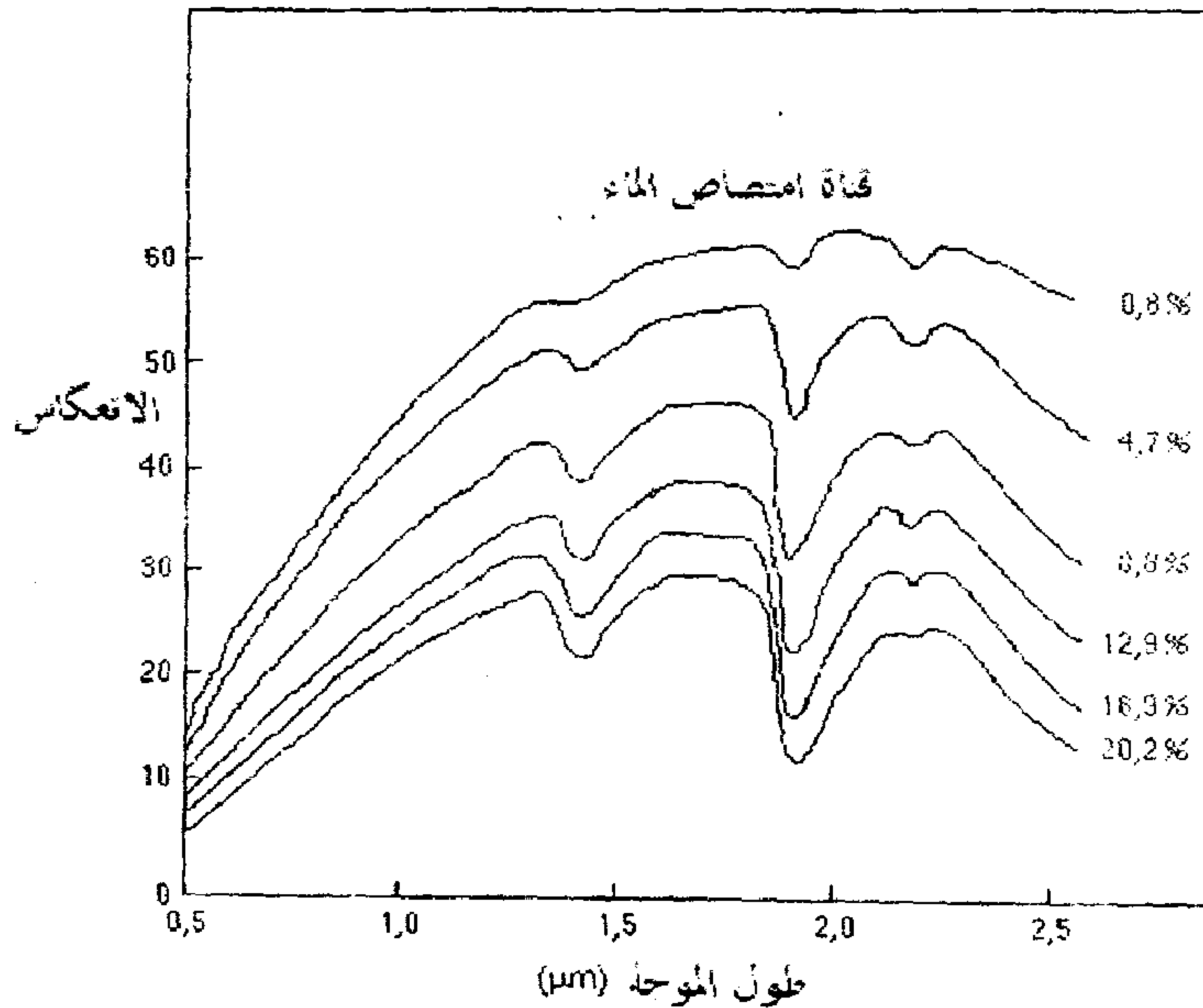
Factors that Influence Soil Reflectance in Remote Sensing:

خمس عوامل رئيسية تأثر على الانعكاس reflectance من التربةِ في صورِ التحسس عن بعد:

1. التركيب المعدني
2. رطوبة التربةِ،
3. محتوى المادة عضوية
4. قوامِ التربةِ (السطح).
5. الحجم وشكل مجاميعِ التربةَ يُؤثّرانِ على الانعكاس.

يَحْدثُ التزايد للانعكاس للتُرَب ِفي التركيب المعـدني للتُـرَبِ يُـؤثّرُ علـى انعكاس الطيفِ مِنْ المرئي من الأشعة تحت الحمراءِ الموجةِ القصيرةَ- بالأشـرطة الماصةِ حول 1.4 m و1.9 um.

لها علاقة بكميةِ الرطوبةِ في التربةِ. موجات الرادارِ قَدْ لا تَستطيعُ اختـراق التربةِ إذا كانت رطبَـة. علـى تربـةِ أطيـاف reflectance رطوبـةِ التربـةِ سَتُطوّرُ أقواسَ متوازيةَ. رطوبة التربةِ لَها تأثيرُ مساويُ على الطيفِ والنسبة بـين الفِـرقِ الطيفيةِ. الفِرق الطيفية للحمراءِ والأشعة تحت الحمراءِ تقريباً مستقلة مِنْ رطوبـةِ التربةَ. خطّ التربةَ الانعكاس أطياف التربةِ reflectance، يُميّزُ نوعَ التربةَ، يُعرّفُ الأدلة negetation، ويُصحّحُ انعكاس ستارةَ النباتَ reflectances مِنْ تأثيراتِ خاصية التربةِ البصريةِ. يُمثّلُ هذا خَطّ التربةِ العلاقـةَ أيضـاً بـين التربـةِ الحمـراءِ والأشعة تحت الحمراءِ تقريباً reflectances..

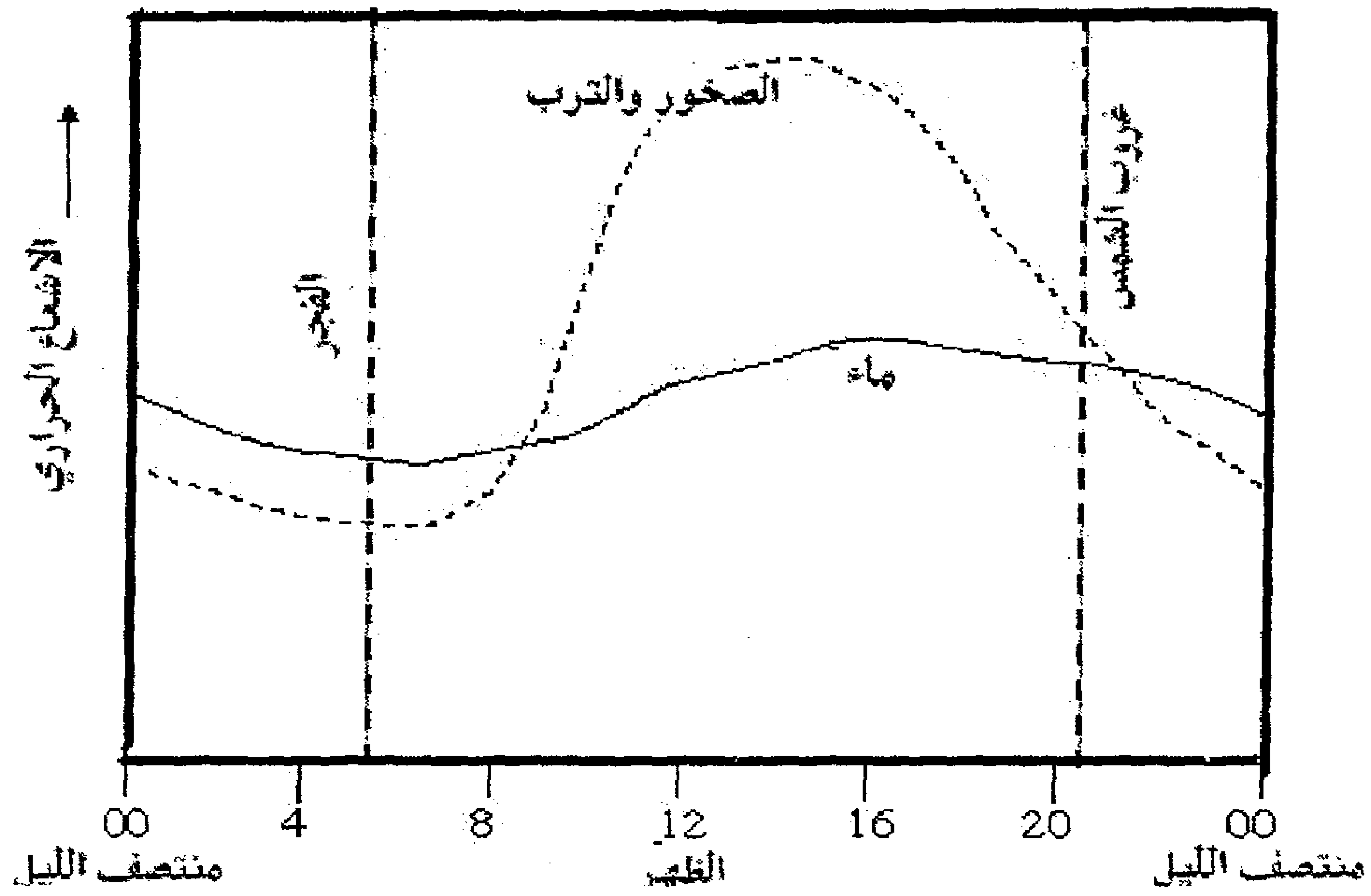


شكل (68) خط بياني للطيف المنعكس من تربة نيوتونا الغرينية المزيجية في ولاية نبراسكا في ذات رطوبة مختلفة (بعد امريكيا) Bowers and Hanks, 1965

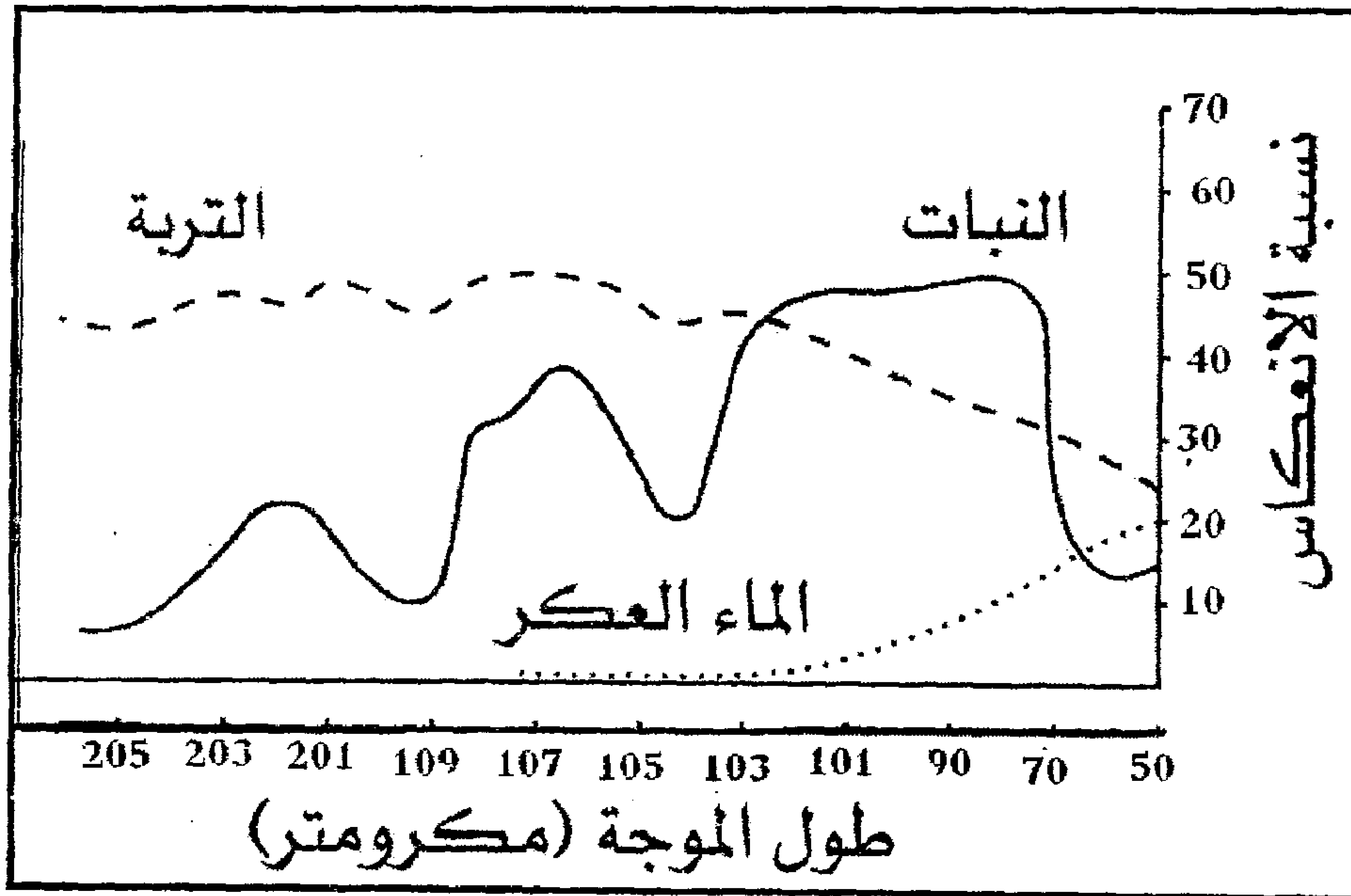
المادة العضوية العاملُ الثالثُ الذي تُلوّثُ التأثيراتَ الخواص البصرية. المادة العضوية قَدْ تُؤثّرُ على التأثيرِ الطيفيِ بشكل غير مباشر، مستند على تركيبِ التربةَ وقدرةَ مسك الماءِ. المادة العضوية العالية في التربةِ قَدْ تُنتجُ تدخلاتَ طيفيةَ لخصائصِ فرقةِ band المعادنِ مثل Mn وFe. قوام تربةِ (roughness) يُؤثّرُ على خواص التربةِ البصريةِ أيضاً. الضوء محصورُ في حالة سطوح خشنة سطوح جزيئاتِ التربةِ الخشنةِ. على سبيل المثال، إذا حديدِ وكلسِ موجود، reflectance يستلم أقوى للَطِيف مِنْ مادّةِ التربةَ إذا كَانَ ناعمة textured وجافة. تَحْدثُ الاختلافات في التربةِ reflectances حيث أنَّ هناك تَتغيّرُ في توزيعِ الضوءِ وتُظلّلُ المناطقَ بمناطقِ roughness سطحيّة. هذا العامل الأوّل مهمِ في الأشعة تحت الحمراءِ الحراريةِ ومجالاتِ المايكروويف الطيفيةِ.

حجم وشكل التربةِ يُؤثّرانِ على خواص reflectance. إذا حجمِ مجاميع التربةِ تزداد في القطرِ، ينتج نقصان في الانعكاس. درجات حرارة التربةِ والتغيّرُ في التركيبِ يُسجّلُ أيضاً (لاحظ التخطيطُ). (الشكل يُتعلّقُ بالسطحِ (قوام)؛ الصقيل، حتى السطح يَنْتجُ من من المحتمل مجاميع تربةِ أكثرِ كرويةً، بدلاً مِنْ كسّرَ مجاميع التربةِ.

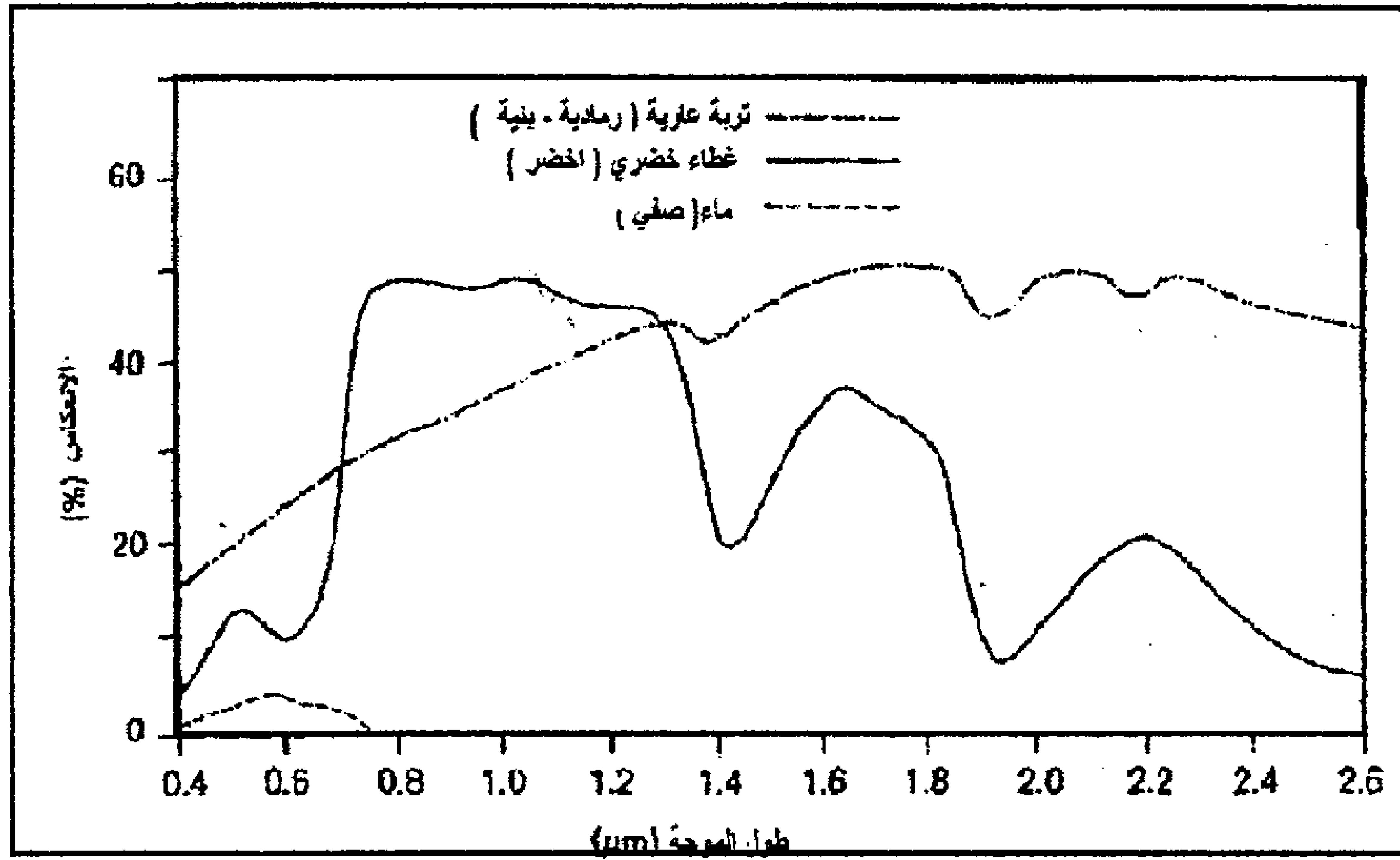
الرادار الأرضي يُمكِنُ أيضاً أنْ يُستَعملَ بالتداخل مع الاستشعار عن بعد، لاكتشاف تغييراتِ آفاقِ التربةِ التشخيصيةِ مثل albic، spodic وآفاق argillic أو تُلوّثُ/ حدود صخرةِ تُتضمّنُ التقييداتُ بالرادارِ الأرضيِ التُرَبِ بمحتوى الملحِ العاليِ/ طين/ غرين/ كميات رطوبة



شكل (69) تغير الإشعاع الحراري للصخور والتربة

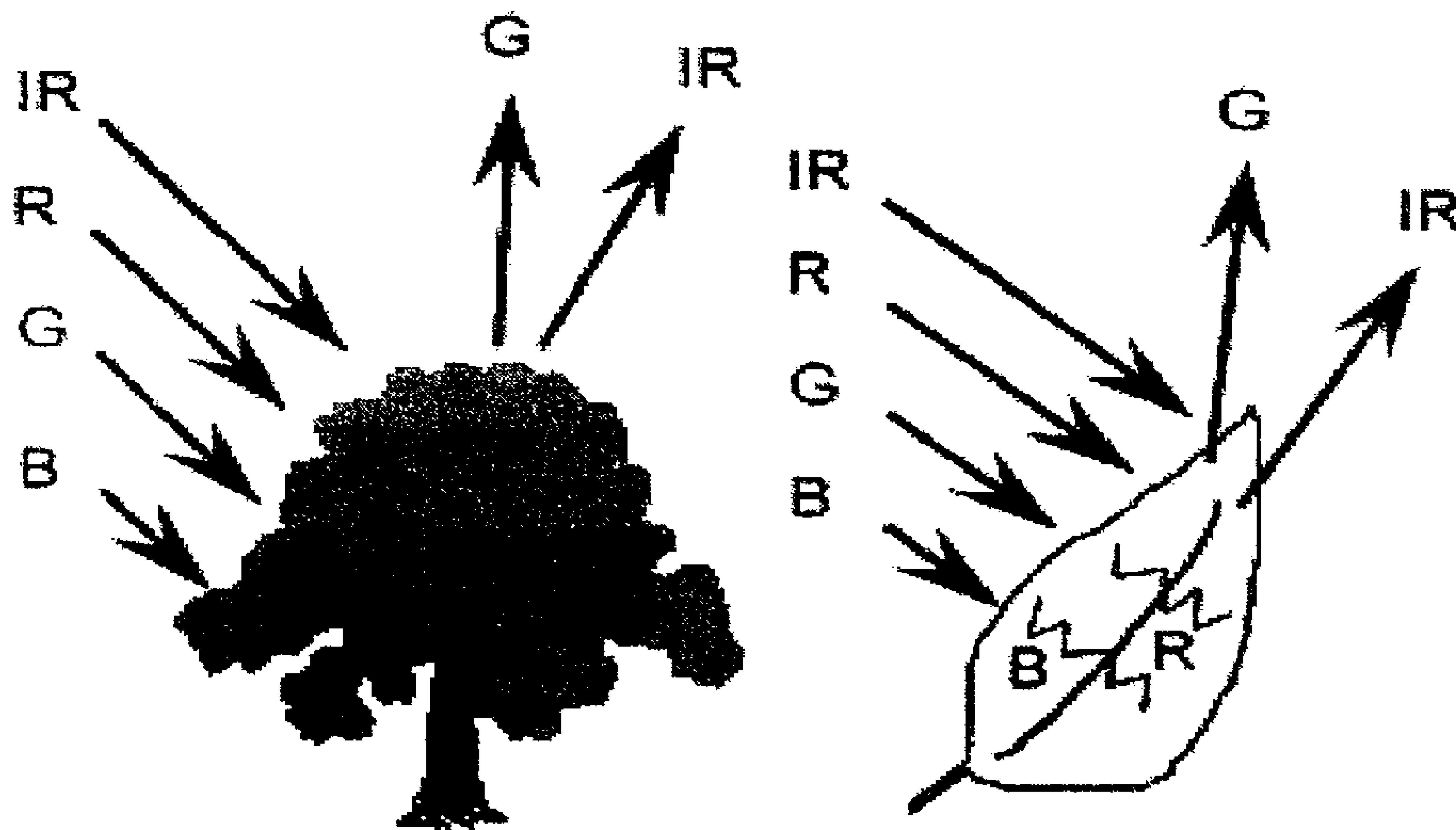


شكل (70) الانعكاس الطيفي للتربة والنبات والماء والتلوث



شكل (71) الانعكاس الطيفي للتربة والنبات والماء

نتيجة لوجود الكلوروفيل في النباتات فان النباتات تمتص الاطوال الموجية الحمراء والزرقاء ويرتد منها الطول الموجي الاخضر لذلك تبـدو الورقـة بـالون اخضر.



الشكل (72): الانعكاس للغطاء النباتي VNIR

ان كمية الكلوروفيل عالية في فصل الصيف والربيع وهـذا يجعـل الورقـة

تمتص كامل الاطوال الموجية لذلك تظهر الاوراق بلون اخضر زاهي في حالة النباتات طبيعية جيدة. اما في اوقات الخريف والشتاء فيحدث العكس اذ الكمية الممتصة من اللون الاحمر تقل لذلك تبدو الاوراق بلون اصفر أو الاحمر المخضر وايضا في حالة كون النباتات غير جيدة في ظروف اخرى.

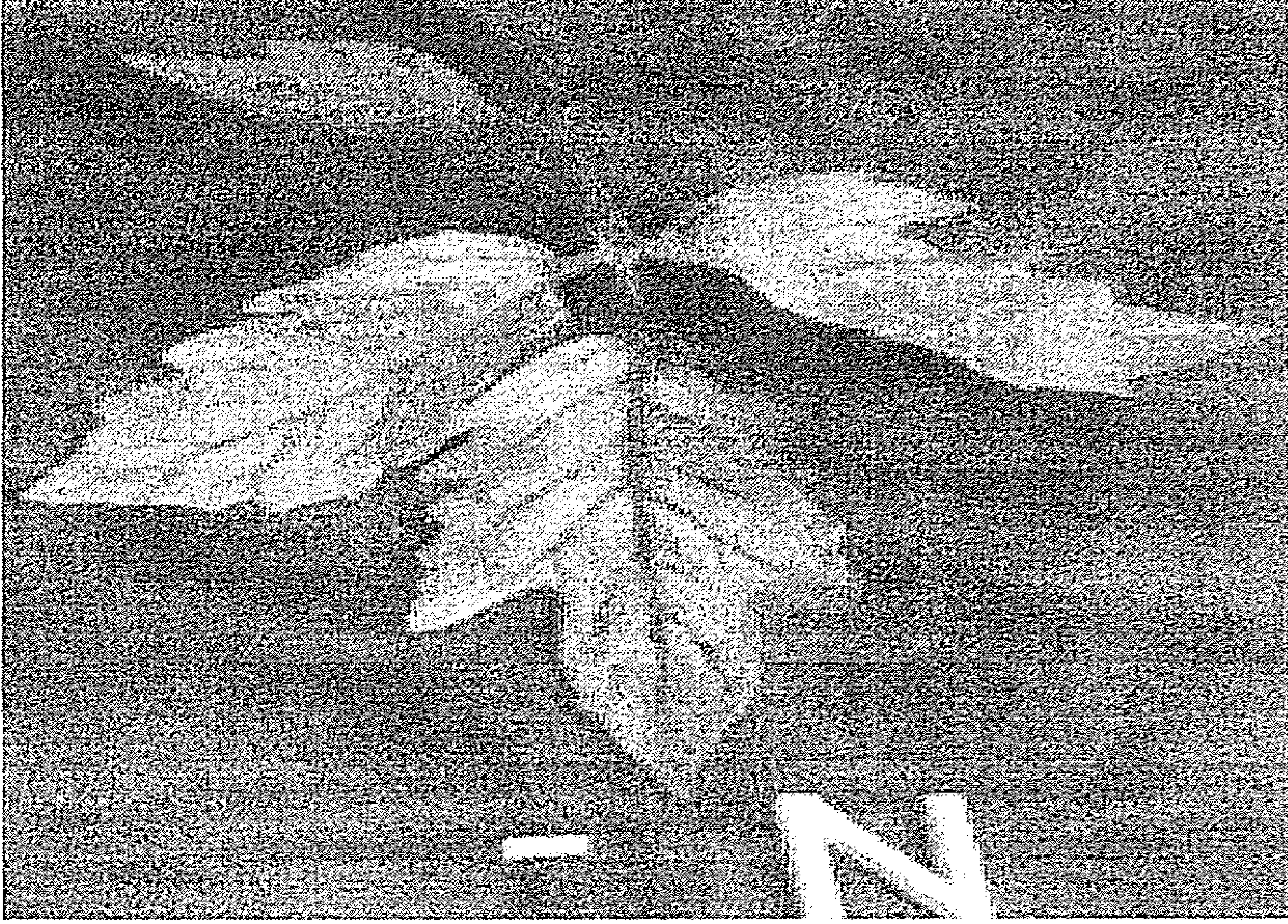
ويمكن تشخيص نقص العناصر والآفات والامراض على النباتات باللون من خلال هذه التقنيات مثال على ذلك نبات الطماطة:

اولا: تشخيص نقص العناصر الغائية

نقص عنصر النيتروجين (N)

الأعراض

يقل نمو النبات ويتقزم، ويتحول لون الأوراق السفلى فى البداية إلى الأخضر المصفر كما هو موضح بالصورة. وباستمرار النقص يتحول كل النبات إلى اللون الأخضر الشاحب ويقل حجم الوريقات وتتصلب وتظل الثمار صغيرة، وتصبح النباتات التي بها نقص أزوت عرضة للإصابة بالعفن الرمادي (البوتريتس) والفحة فيتوفثورا.

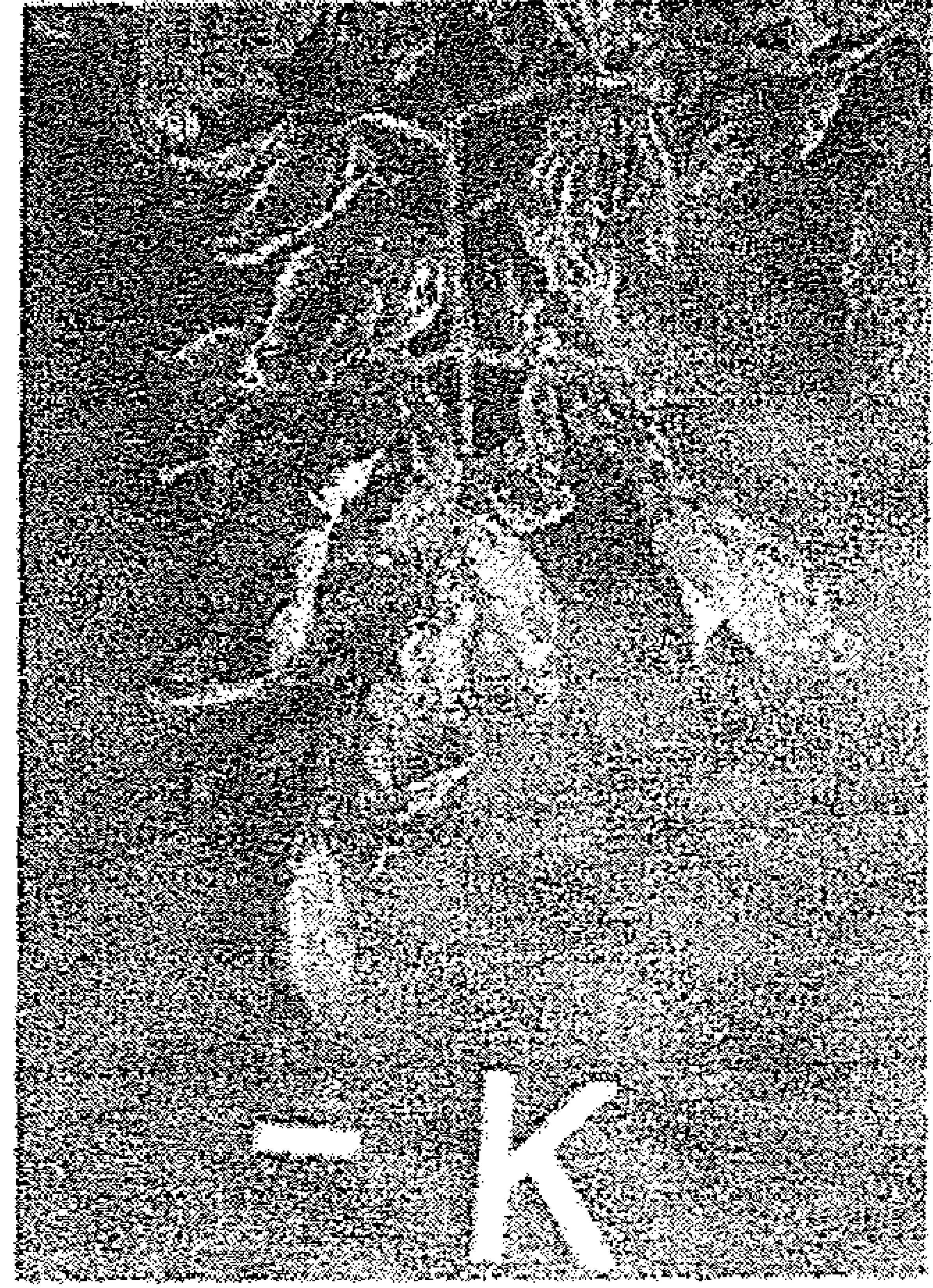


شكل (73) نقص عنصر البوتاسيوم (K)

نقص عنصر البوتاسيوم (K)

الأعراض

تتجعد وريقات الأوراق السفلية القديمة وقد تنحني الأوراق. كما تتلون حواف الأوراق السفلية باللون الأصفر والذى يتقدم إلى داخل النصل بانتظام حيث يكون اللون الأصفر مستمر على طول حافة الورقة. يتحول لون الأوراق السفلية إلى الأخضر الباهت وتصبح الحواف مبقعة ذات لون بنى أو برونزى ومنثية أو ملتفة ثم تموت حواف الورقة. وفى المراحل المتأخرة قد تسقط الأوراق القديمة. وقد لا تصل الثمار إلى النضج الكامل حيث تأخذ الثمار لوناً أخضر خاصة عند اتصال الثمرة مع العنق مما تؤدى إلى خفض نوعية الثمار كما هو موضح بالصورة، ويكون النبات الذى يعانى من نقص البوتاسيوم عرضة للإصابة بالعفن الرمادي.





شكل (74) نقص عنصر الماغنسيوم(Mg)

نقص عنصر الماغنسيوم(Mg)

الأعراض

تظهر أعراض النقص على الأوراق الوسطية أكثر من الأوراق القديمة وذلك في صورة تبرقش اصفر بين العروق بينما يبقى لون العروق أخضر.

نقص عنصر الكالسيوم (Ca)

الأعراض

تظهر أعراض نقص الكالسيوم عادة على قمة النبات وعلى الأوراق الحديثة أيضاً وذلك يرجع إلى أن الكالسيوم من العناصر الغير ذائبة فى النبات والتي لا تنتقل بسرعة من الأماكن آلتي يوجد بها الكالسيوم إلى الأماكن التي يحدث بها نقص (الأنسجة الحديثة) وخاصة في حالة قلة النتح. وتظهر أعراض

النقص بإصفرار باهت على الأوراق العليا والحديثة النمو فى النباتات وتظل الوريقات صغيرة الحجم مع توقف نمو البراعم الطرفية وموتها فيما بعد فى مراحل متقدمة من عمرها، كما يظهر على الثمار مرض عفن طرف القمة الزهرى.

نقص عنصر الزنك (Zn)

الأعراض

يؤدى نقص الزنك إلى تلون الأوراق السفلية أو الوسطى باللون الأصفر الباهت الذى يميل إلى الأبيض بين عروق الوريقات مع التفاف الوريقات للخارج وتظل العروق خضراء. ومع تقدم الحالة تظهر بقع بنية غير منتظمة على الأعناق والعروق وبين العروق بنصل الورقة.

نقص عنصر الحديد(Fe)

الأعراض

يؤدى نقص الحديد إلى أصفرار الأوراق الطرفية ويتحول لون الورقة بالكامل بصورة متجانسة إلى الاصفر الباهت أو الأبيض تقريباً و تصبح العروق الصغيرة صفراء.

نقص عنصر البورون(B)

الأعراض

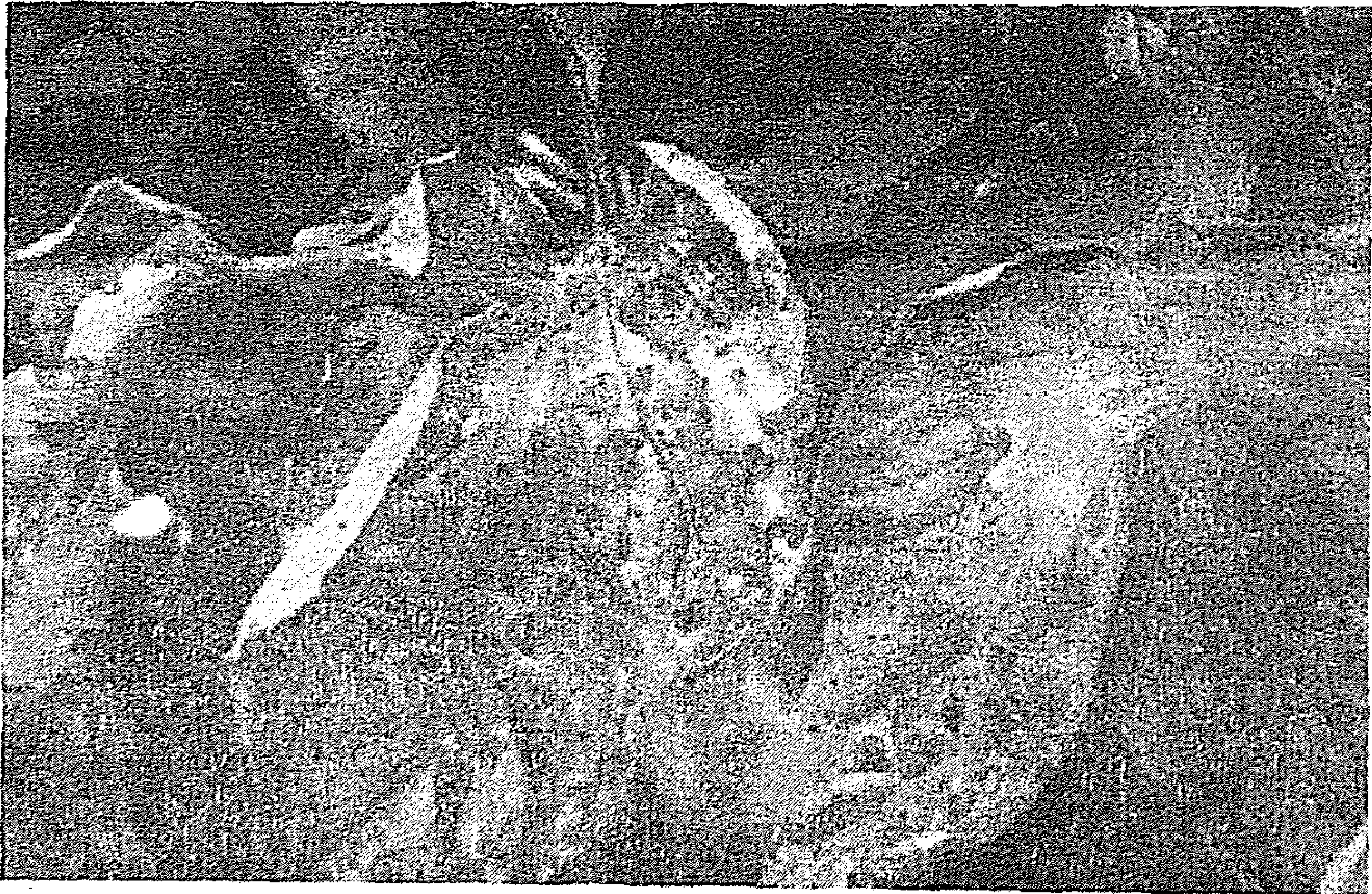
1- تحول لون الوريقات إلى لون أصفر برتقالى وخاصة فى الوريقات العليا المنحنية. وهو من أهم الأعراض وتظل هذه الأوراق صغيرة الحجم ويتحول لون أصغر الوريقات إلى اللون البنى ثم تموت.

ثانيا: تشخيص الآفات والامراض التي تصيب النباتات

مرض اللفحة المبكرة

اعراض المرض

تصاب الاوراق السفلية للنباتات اولا ثم يمتد المرض إلى الاوراق العلوية. ويظهر على شكل بقع محددة بحواف دائرية أو غير منتظمة لونها بني داكن ذات مظهر جلدي. يظهر في البقع حلقات دائرية متداخلة تعطيها شكلا مميزا يشبه لوحة التصويب يحيط بكل بقعة هالة صفراء من انسجة العائل تتسع البقع عند اشتداد الاصابة وتتحد مع بعضها مما يؤدي إلى جفاف وسقوط الاوراق.يصيب المرض السيقان وتظهر عليها بقع بنية سوداء غائرة قليلا ذات حلقات متداخلة احيانا ويظهر المرض على الثمار المصابة بشكل بقع سوداء غائرة خاصة عند موضع اتصال الثمرة بالساق. ينمو على البقع كتل من الجراثيم السوداء.



شكل (75) اللفحة المتأخرة

اللفحة المتأخرة

اعراض المرض/ تظهر الاصابة على الاوراق بشكل بقع غير منتظمة بنية داكنة. تبدا من قمم الوريقات وتمتد إلى الداخل حتى تعم الورقة باكملها وتسبب موتها وخاصة عند توفر الرطوبة العالية والحرارة المعتدلة.ويظهر على السطح السفلي مقابل البقع نموات زغبية للفطر المسبب.

يصيب المرض السيقان حيث يظهر عليها بقع كبيرة طويلة ذات لون بني داكن كما وتصاب الثمار ويظهر عليها بقع خضراء رمادية مشبعة بالماء تتحول إلى لون بني غامق. قد تمتد البقع وتصيب الثمرة باكملها.

البياض الدقيقي

اعراض المرض

تكثر الاصابة بالمرض على الاوراق السفلية لنبات البندورة حيث يظهر على السطح العلوي للاوراق بقع صفراء شاحبة ذات اشكال غير منتظمة وباحجام مختلفة. تتحول تدريجيا إلى اللون البني يقابل هذه البقع على السطح السفلي نموات زغبية بيضاء اللون عند توفر الرطوبة

الذبول البكتيري

اعراض المرض

تظهر الاعراض على شكل ذبول للنباتات المصابة.تتدلى الاوراق السفلية وتتجعد ثم تصبح الوريقات ذات لون برونزي. ثم تليها الاوراق العلوية للنباتات. وتنمو جذور هوائية على ساق النباتات المصابة قرب القاعدة. وعند قطع الساق طوليا أو عرضيا تظهر الاوعية الناقلة باللون البني. يخرج منها افرازات بيضاء اللون لزجة تحتوي على بكتريا المسببة للمرض

فايروس التفاف واصفرار اوراق الطماطة

اعراض المرض

تظهرالنباتات المصابة ضعيفة النمو متقزمة بشدة. تحمل هذه النباتات أوراق ملتفة إلى الاسفل مصفرة اللون وخاصة الاوراق الموجودة في القمة وتؤدي الاصابة إلى قلة عقد الازهار وعدم تكوين الثمارمما يتسبب عن ذلك خسارة كبيرة بالانتاج. وعند اشتداد الاصابة لا تتكون ثمار مطلقا وتبقى النباتات متقزمة.

موزائيك الطماطة

اعراض المرض

تظهر الاعراض بشكل موزائيك (تبرقش) على الاوراق حيث تظهر بقعة خضراء باهتة مصفرة متبادلة مع بقع خضراء غامقة بدون حدود واضحة. تتميز الاعراض المذكورة وتصبح شديدة عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة والاضاءة شديدة وتظهر النباتات المصابة متقزمة مصفرة الاوراق تحمل قليلا من الثمار الغير صالحة للتسويق.

لسعة الشمس

اعراض المرض

يصيب المرض ثمار الطماطة الخضراء التي قاربت على النضج نتيجة تعرضها لشدة حرارة الشمس في فصل الصيف.

يفقد نسيج الثمرة المصاب الماء وينكمش ويصبح سميكا ثم يتحول إلى بقعة بيضاء رمادية في الثمار الخضراء أو بقع صفراء مبيضة في الثمار الناضجة. تكون البقع غائرة ووسطها جاف. قد ينمو عليها بعض الفطريات.

عفن الطرف الزهري في ثمار الطماطة

اعراض المرض

تصاب الثمار في اي طور من اطوار نموها وتكثر الاصابة على الثمار الخضراء وتظهر الاصابة قرب الطرف الزهري بشكل تلون بني يمتد إلى عدة سنتيمترات. ينكمش النسيج المصاب وينخفض سطح البقعة ويصبح مقعرا ذو لون جلدي قاتم يتحول إلى اللون المسود.

References المصادر

- Clarke, K. 1999, *Project Corona*, sponsored by the National Science Foundation. Santa Barbara. http://www.geog.ucsb.edu/~kclarke/Corona/Corona.html.
- Jensen, J.R., 2000, *Remote Sensing of the Environment: An Earth* Resource Perspective, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 656pp.
- Power, F.G. Jr., 1997, "Foreword: From the U-2 to Corona." *CORONA: Between the Sun and the Earth: The First NRO Reconnaissance Eye in Space*, R.A. McDonald Ed., Bethesda: American Society for Photogrammetry & Remote Sensing, vii-ix.
- Ruffner. K. C. 1995, *CORONA: America's First Satellite Program*, Washington D.C.: Central Intelligence Agency, 360 pp.
- *The Landsat Program*, Ames Research Center. http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/daccess.html
- *The Landsat 7 Gateway*, Goddard Space Flight Center. http://landsat.gsfc.nasa.gov/
- Campbell, James B., 2008. Introduction to remote sensing. 4th edition. The Guilford Press. New York, NY 10012 USA. ISBN 978-1-60623-074-9
- Kyllo, K. P. (2003). NASA funded research on agricultural remote sensing, Department of Space Studies, University of North Dakota.
- Sabins, Floyd F.1987. Principles and interpretation. 2nd edition Freeman (New York).

  www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam
- Lillesand T. M. & Kiefer R. W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation, 4th ed. Wiley & Sons

- Jensen, J. R. , 2000. Remote Sensing of the Environment: An Earth Remote Sensing of the Environment, An Earth Resource Perspective 2nd Edition by John R. Jensen
- Bennett, W.F. (ed). 1993. Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. St. Paul, MN. APS Press. 202 p.
- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. Third edition. Academic Press, San Diego, CA. 803 pp.

Terms المصطلحات

Terms المصطلحات

A

Abiotic Components	المكونات الغير احيائية
Aquatic desertification	تصحر البيئات المائية
Abyssal zone	المنطقة العميقة
Ammonification	النشدرة
Aquatic Ecology	علم البيئة المائية
Algae	الطحالب
Aphotic zone	المنطقة المظلمة
Afforestation	تشجير الأراضي الخالية من الأشجار مثل مناطق الكثبان الرملية
Aeolin	هوائي
Alluvial	طمى
Accelerated	معجلة وخاصة بالنسبة للتعرية
Arable	قابلة للزراعة (زراعية)
Adsorption	امدصاص
Abrasion	البري
Avalanche	مساحة أو منطقة
Artificial pastures	المراعي الاصطناعية
Acre	أيكر/ وحدة مساحة= 4840 ياردة مربعة أو = 4046.9 مترا مربعا
Aerodynamic	ديناميكية هوائية
Affluent	رافد
Albedo	عاكسية
Alluvium	طمي
Adeptation	التكيف

Aquatic	ئي ما
Amensalism and Antibiosis	التضادية والتضاد الحيوي
Anemometer	مقياس الرياح
Aquifer	مكمن مائي
Aquifuge	طبقة صماء
Arid region	منطقة جافة أو قاحلة
Atmometer	مقياس التبخر
Auger	بريمة
Auger hole	ثقب البريمة
Available water	الماء الجاهز
Acid soil	تربة حمضية
Adhesion	التصاق
Aeolian soil	تربة هوائية
Aggregate	مجموعة (دقائق التربة)
Alkali soil	تربة قلوية أو صودية
Alkaline soil	تربة قاعدية
Arable land	ارض قابلة للزراعة
Available nutrient	العناصر الجاهزة
Available water	الماء الجاهز

B

Biogeochemical Cycles	الدورات الكيمياوية الارضية الحياتية
Biosphere Benthic	العالم الاحيائي
zone	القاعية
Badland	ارض رديئة
Barkhan dune	كثيب رملي من نوع برخان (هلالي)
Barren	بور أو جرداء

Biotanical (florstic) composition	التركيب النباتي للكساء
Biosequence	تعاقبة حيوية
Biodegradable	قابلية تحليل حيوي
Biosect	مقطع حيوي
Bog soil	تربة مستنقعه
Breccia	شضايا صخرية
Buried soil	تربة مدفونة
Barrier zone	منطقة حاجزة
Basin	حوض
Basin irrigation	ري حوضي
Bed rock	صخور الأديم
Bench terrace	مسطبة مدرجة
Border irrigation	ري شريطي
Biomes	المناطق
Biotic Components	المكونات الاحيائية
Bacteria	البكتريا

C

Commensalism	التعايش
Carnivores	اكلة اللحوم
Continental shelf zone	منطقة الجرف القاري
Consumers	الكائنات المستهلكة
Continental shelf zone	منطقة الجرف القاري
Climax vegetation	كساء القمة أو الذروة
Conservation control	وسائل الصيانة
Conservation measure	تدابير الصيانة
Contamination or Pollution	التلوث

Corrasion	النحات الفيزيائي أو الطبيعي
Corrosion	النحات الكيميائي
Capillary pores	مسامات شعرية
Clay	طين
Climatic observation	رصد مناخي
Cohesive soil	تربة متماسكة
Confined aquifer	مكمن مائي محصور
Consumptive use	الاستهلاك المائي (الاحتياجات المائية)
Contour terrace	مصطبة كفافية
Calcareous soil	تربة كلسيه
Capillary water	ماء شعري
Chroma	نقاوة اللون
Clay colloids	غرويات الطين
Clay pan	الصحن الطيني (طبقة غير نفاذة للماء في التربة)
C /N	نسبة الكاربون إلى النيتروجين
Clod	كتلة من التربة أكبر بكثير من الجاميع
Complete Ecosystems	بيئية متكاملة

D

Decomposers	كائنات حية مفككة
Desalinization	ازالة الاملاح
Desertification	التصحر
Desert pastures	المراعي الصحراوية
Dryland pastures	مراعي الأراضي الجافة
Dust storm	عاصفة غبارية
Deforestation	قطع الأشجار
Degradation	تدهور

Deflation	التذرية
Debris	النقاضة
Deposit	راسب
Denudation	التجريد خاصتها من الغطاء النباتي
Desaltation	زوال التملح
Desiccation	تجفيف
Destruction	تحطيم
Deterioration	تلف
Debris	النقاضة
Deep percolation	الرشح العميق
Delta	الدلتا
Depletion	استنزاف
Diffusion	انتشار
Discharge	تصريف
Drain	مبزل
Drainable Porosity	بزل المسام
Drainage terrace	مسطبة البزل
Drip irrigation	الري بالتنقيط
Drought	جفاف
Dry farming, Dryland farming	الزراعة الجافة
Dunes	كثبان
Decalcification	زوال التكلس
Deflation	تفريغ أو تسفيه
Deflocculation	تشتت
Desert varnish	تملح الصحراء
Desert pavement	رصيف صحراوي

Dust mulch	غطاء ترابي
De-nitrification	عكس النترجة

E

Eury	واسعة التحمل
Eurthermal	مدى تحمل واسع للحرارة
Ecological Niche	المركز البيئي
Ecological Equivalent	المكافئ البيئي
Environmental	
Stability	التوازن البيئي
Environment	البيئة
Ecology	علم البيئة
Euphotiee zone	الطبقة السطحية
Epilimnion	
Eutrophic lakes	البحيرات غنية التغذية
Emerged	الغاطسة
Estuaries	مصبات الانهار
Erosion	التعرية
Erosion control	السيطرة على التعرية
Energy Flow	سريان الطاقة
Erosion measure	تدابير التعرية
Erosion by water	التعرية المائية
Erosion by wind	التعرية الريحية
Erodibility of soil	قابلية التربة التربة للتعرية
Erosivity	قابلية المطر أو الرياح لإحداث التعرية
Evapotranspiration	التبخر والنتح
Erosion pavement	رصيف التعرية

Evaporation	تبخر
Electromagnetic Spectrum	الطيف الكهرومغناطيسي
Ectromagnetic radiation	الإشعاع الكهرومغناطيسي
Ecological pyramids	الاهرام البيئية
pyramids of biomass	أهرام الكتلة الحية
Emigration	الهجرة الخارجية أو الاغتراب

F

Fungi	الفطريات
Floating	الطافية
Freshwater Environment	بيئة المياه العذبة
Fresh water	الماء العذب
Food Chains	السلاسل الغذائية
Field	حقل
Field capacity	السعة الحقلية
Filter	مرشح
Filterate	رشيح
Food Webs	الشبكات الغذائية
Filteration	ترشيح
Flow	جريان
Flooding	فيضان
Flow regime	نظام الجريان
Furrow	مروز
Furrow irrigation	ري المروز
Fallow	بور
Flocculation	تجمع
Friable	هش

G

Global cycles	الدورات المحيطية (الشاملة أو العلمية)
Grazing management	تنظيم الرعي
Grazing land	ارض المرعى
Gully Erosion	تعرية أخدودية
Global radiation	إشعاع عالمي
Gradient	انحدار
Granulation	تحبب
Ground water	ماء جوفي
Ground water drain	مبزل الماء الجوفي
Ground water hydrology	علم المياه الجوفية
Gully	أخدود
Geological erosion	التعرية الجيولوجية
Green House Effect	تأثير البيت الزجاجي

H

Herbivores	العواشب
Horizon A, B, C	أفق A و B و C
Hydraulic conductivity	التوصيل المائي
Hydraulic cycle	دورة الماء في الطبيعة
Hydrology	علم المياه
Halophyte	نبات ملحي
Halomorphic soil	تربة ملحية
Hydromorphic soil	تربة مائية
Hard pan	طبقة صلبة أو صحن صلد
Hue	تدرج اللون
Humus	دبال

Hydrolysis	تحلل مائي
Habitat	الموطن

I

Immigration	الهجرة الداخلية أو الاستيطان
Infiltration	المغاض
Inhibiting	تثبيطية
Infiltrometer	غيض
Irrigation	ري
Intertidal zone	منطقة المد والجزر الضحلة
Igneous rock	صخور نارية
invisible	غير مرئي
Infrared (IV)	الأشعة تحت الحمراء

L

Local cycles	الدورات الموقعية
Land desertification	تصجر الاراضي
Lakes	البحيرات
Lenntic water	المياه الساكنة
Lotic water	المياه الجارية
Limnetic zone	المنطقة الاحيائية
Land desertification	تصحر الاراضي
light and radiation	الضوء والإشعاع
Land use	استعمال الأرض
Leaching	الغسل
Landscape	مظهر الأرض
Leeward	عكس اتجاه الرياح
Limiting factors	العوامل المحددة

M

Migration	الهجرة الوقتية
Micro Ecosystem	النظام البيئي الدقيق
Mortality	الوفيات أو الهلاكات
Marshes	الاهوار
Marine Environment	بيئة المياه البحرية
Metalimnion	المنطقة الوسطية أو الانتقالية
marine water	بالماء المالح (مياه البحار)
Marginal land	الأراضي الحدية أو الهامشية
Microclimate	المناخ الموقعي (المحلي)
Macroclimate	مناخ إقليم
Mesoclimate	مناخ ناحية
Microfauna	حيوانات مجهريه مثل البروتزوا
Microflora	نباتات مجهريه مثل البكتريا
Mulch	غطاء
Main drain	مبزل رئيسي
Macropores	المسامات الكبيرة
Micropores	المسامات الصغيرة
Micronutrient	العناصر الصغيرة
Macronutrient	العناصر الكبيرة
Microrelief	الارتفاعات الصغيرة
Manure	السماد الحيواني أو الدمن
Mottled soil	تربه مبقعة
Microbes ecology	بيئة الاحياء الدقيقة

N

Nitrification	النترجة
Natality	الولادات
Nektons	الحيوانات السابحة
Neritic zone	المنطقة الساحلية
Net flow	الجريان الصافي
Net radiation	الإشعاع الصافي
Natural pastures	المراعي الطبيعية
Naked land	ارض مجردة
Natural erosion	التعرية الطبيعية
Normal erosion	التعرية الاعتيادية

O

Omnivores	اكلة النباتات واللحوم
Ocean zone	منطقة اعالي البحار
Oligotrophic lakes	البحيرات قليلة التغذية
Overgrazing	الرعي الجائر
Oasis or desert effect	تأثير الصحراء
Osmotic pressure	الضغط الازموزي

P

Predation	الافتراس
Parasitism	التطفل
pyramids of energy	أهرام الطاقة
Pollution	التلوث
pyramids of biomass	أهرام الكتلة الحية
pyramid of Numbers	هرام الاعداد
Producer Organisms	البناء الضوئي
Photosynthesis	كائنات حية منتجة

Plant Environment	بيئة نبات
Plant ecology	علم بيئة النبات
Producers	الكائنات المنتجة
Phytoplankton	الهائمات النباتية
Photic	المنطقة الضوئية
Productivity	الانتاجية
ponds	البرك
Photosynthesis	البناء الضوئى
Plant cover	الغطاء النباتى
Percolation	الترشيح
Plant succession	التعاقب النباتى
Pre-irrigation	قبل الإرواء
Pre-seeding	قبل الابذار
Profile (soil)	مقد التربة
Parent material	المواد المولدة
Particles	دقائق
Ped	كتلة طبيعية
Pedology	علم التربة
Permeability	الاختراق
Percolation	النفاذ
pF	الشد اللوغارتمى
pH	الأس الهيدروجينى
Pore spaces	حجم المسامات
Porosity	المسامية
Prairie soil	تربة المراعى
prism	الموشور
plant succession	التعاقب النباتى

R

Rivers	الانهار
Range (Pasture) management	إدارة المراعي
Range type	طراز النبت
Range or pastures	المراعي
Rill Erosion	تعرية خيطية
Runoff	السيح
Reforestation	إعادة التشجير
Radiation	إشعاع
Rainfall	المطر
Reduction	اختزال
Reclamation	استصلاح
Relief	تدريس
Rizosphere	منطقة الجذور
Rubble or stony land	ارض حصوية
Remote sensing	الاستشعار عن بعد
Radiation	الاشعاع
Reflected	المنعكس

S

Steno	ضيقة التحمل
Stenothermal	مدى تحمل ضيق للحرارة
Soil Fauna	حيوانات التربة
Saprophytic Organisms	كائنات ذات طبيعة رمية
Submerged	المغمورة
Springs	العيون الينابيع
Streams	الجداول

Steppe pastures	مراعي السهوب
Savana pastures	مراعي السفانا
Salinization	التملح
Saline soil	ارض ملحية
Soil conservation	صيانة التربة
Sanddunes	الكثبان الرملية
Sheet Erosion	تعرية صفائحية
Seepage	النز (الماء المتحرك تحت سطح الأرض)
Steppe	سهب
Shelterbelts	الأحزمة الواقية (أشجار)
Stubble	إعقاب (الجزء القاعدي الباقي من النباتات بعد الحصاد)
Semi arid	شبة جافة
Saltation	تطفير أو قفز
Soil compaction	رص التربة
Soil water	ماء التربة
Splash erosion	تعرية تناثرية
Sprinkler Irrigation	الري بالرش
Strip Irrigation	ري شريطي
Subsurface Irrigation	ري تحت السطح
Suspended load	الحمولة العالقة
Suspended sediment	الرواسب العالقة
Sedimentary rock	الصخور الرسوبية
Sedimentary soil	التربة الرسوبية
Sheet erosion	التعرية الصفائحية
Shifting sand	رمل متنقل
Silt	غرين

Sand	رمل
Sodic soil	تربة صودية
Soil population	(إحياء) التربة مجتمع
Soil climate	مناخ التربة
Soil separates	مفصولات التربة
Strip cropping	الزراعة الشريطية أو الشرائحية
Soil structure	بناء التربة
Swamp	مستنقع
Symbposis	تعايش
Smog	ضباب كيميائي أو دخاني
Scattering light and	تَبعثُر الضوءِ والإشعاعِ
short wavelength	طول الموجة القصير

T

Territorialism	الاقليمية
Tide	المد
Tolerance laws	قوانيـن التحمل
Limiting factors	العوامل المحددة
Thermal stratification	التنضيد الحراري
Tensiometer	مقياس الشد
Terrace	مسطبة
Texture	نسجة
Tillage operation	عملية الفلاحة
Tolerance	تحمل
Turbidity	العكرة
Terrestrial Desertification	تصحر اليابسة
Terrestrial	خاص باليابسة

U

Ultraviolet UV	اشعة فوق البنفسجية

V

Visible	مرئي
Vegetation cover	الغطاء الخضري
Vegetation growth	النمو النباتي
Vapor pressure	ضغط البخار
visible spectrum	الطيف المرئي

Z

Zooplankton	الهائمات الحيوانية

W

Weathering	تجوية
Wasteland	أراضي قفرا
Windbreaks	مصدات الرياح
Waste land	ارض رديئة أو موات
Watercoures	
Water logging	تغدق
Watershed	حوض التغذية
Water table	مستوى الماء الأرضي
Water conductivity	التوصيل المائي
Wind break	مصد ريح
Wind ward	باتجاه الرياح

X

Xerophate	النباتات المحبة للجفاف
Xenobiotic	المواد الكيميائية من صنع الإنسان

تم بحمد اللّه

البيئة

بيئة الحيوان و النبات والاحياء المجهرية

Environment

(Animal , Plant and Microbes Environment)







دار دجلة
ناشرون وموزعون

عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: ٠٠٩٦٢٦٤٦٤٧٥٥٠ خلوي: ٠٠٩٦٢٧٩٥٣٦٥٣٦٧
ص.ب: ٧١٢٧٧٣ عمان ١١١٧١ - الأردن
E-mail: dardjlah@yahoo.com
www.dardjlah.com